

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Уральский государственный педагогический университет»
Факультет естествознания, физической культуры и туризма
Кафедра биологии, химии, экологии и методики их преподавания

**МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ КЛЕТОЧНОЙ
ТЕОРИИ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ БИОЛОГИИ
В СТАРШИХ КЛАССАХ**

Выпускная квалификационная работа

Квалификационная работа
Допущена к защите
Зав. кафедрой
Н.Л. Абрамовой

Дата

Подпись

Исполнитель:
Юшкова Юлия
Сергеевна,
Обучающийся
БИО - 1501Z группа

Подпись

Руководитель:
Дьяченко Е.А.,
канд. биол. наук,
доцент кафедры биологии,
экологии и МП

Подпись

Екатеринбург 2020

Содержание

Введение.....	3
Глава 1 Основные характеристики живого вещества.....	5
1.1 Свойства живого вещества.....	5
1.2 Критерии жизни.....	8
1.3 Уровни организации живой материи.....	10
Глава 2 Клеточная теория.....	13
2.1 Этапы создания клеточной теории.....	13
2.2 Варианты клеточных теорий.....	15
2.3 Развитие клеточной теории в России.....	20
2.4 Основные положения клеточной теории.....	22
Глава 3 Строение клетки.....	24
3.1 Методы изучения клетки.....	24
3.2 Структурная организация клетки.....	31
3.3 Физиология клеток. Деление.....	48
Глава 4 Изучение темы «Клеточная теория» в школе.....	54
4.1 Развитие понятия «Клетка» при изучении биологии в школе.....	54
4.2 Проблемы, возникающие при изучении темы.....	56
4.3 Разработка факультативного курса.....	59
4.4 Проект программы факультативного курса «Клеточная теория.....	63
4.5 Методические рекомендации к изучению факультативного курса.....	67
Заключение.....	76
Список использованной литературы.....	78
Приложение А.....	82
Приложение Б.....	83

ВВЕДЕНИЕ

Биология как самостоятельная наука оформилась в XIX веке с появлением эволюционной биологии и клеточной теории. Любая наука проходит определенные этапы развития: период накопления фактов, период систематизации, обобщения, классификации этих фактов, период формулировки выявленных закономерностей, правил, законов, период создания теорий, концепций.

Клеточная теория была сформулирована после более чем трехсотлетнего периода накопления знаний о строении различных одноклеточных и многоклеточных организмов растений и животных. М. Шлейден и Т. Шванн в 1838 году сформулировали первые положения клеточной теории, основываясь на множестве исследований клетки. Они, обобщив имеющиеся знания о клетке, доказали, что именно клетка является основной единицей любого организма. Клетки животных, растений и бактерий имеют схожее строение. Позднее эти заключения стали основой для доказательства единства организмов.

Таким образом, клеточную теорию можно сравнить с атомным учением в физике и химии, а саму клетку – с атомом. И так же как атом клетка неисчерпаема.

Развитие общебиологических понятий, к числу которых необходимо отнести понятие «клетка», является теоретической основой обучения биологии. Развитие понятия о клетке способствует формированию у учащихся знаний, которые необходимы для успешного прохождения программы по биологии, а также для расширения общего научного кругозора.

Многие темы, в которых рассматривается понятие клетки, связаны с изучением химии и физики. Например, «Фотосинтез и хемосинтез», «Дыхание растений», «Испарение воды растениями», «Передвижение воды и

питательных веществ в растении», «Строение и функции нервной ткани», «Транспорт кислорода клетками крови» и др. Само изучение клеток стало возможным благодаря развитию техники микроскопирования, внедрению физико-химических методов анализа веществ. Поэтому тема «Клеточная теория» – прекрасная возможность для установления межпредметных связей на уроках биологии.

Создание клеточной теории явилось крупнейшим событием в биологии, одним из решающих доказательств единства всей живой природы. Клеточная теория считается и поныне одним из важнейших открытий естествознания, равным по значению открытию закона сохранения энергии и дарвиновской теории естественного отбора. Открытие клетки и создание клеточной теории способствовали объяснению основных закономерностей живой природы. Создание клеточной теории стало одним из решающих доказательств единства живой природы и дало мощный толчок для развития живой природы на клеточном уровне. В связи с этим клеточная теория сыграла огромную роль в развитии биологии как науки, а также послужила фундаментом для развития таких дисциплин как эмбриология, гистология, анатомия и физиология. Клеточная теория стала важной вехой в развитии не только биологии, но и медицины.

Таким образом, объект изучения – учебно-методическое обеспечение темы «клеточная теория». Предмет изучения – процесс преподавания темы «Клеточная теория» в курсе средней школы.

Цель работы – оптимизировать изучение темы «Становление и развитие клеточной теории» обучающимися 10-х классов.

Задачи:

- 1) проанализировать открытия основоположников клеточной теории
- 2) пояснить сущность клеточной теории;
- 3) углубить знания о строении клетки;
- 4) разработать программу факультатива для старшеклассников;
- 5) апробировать факультатив на занятиях с учениками 10-х классов.

ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЖИВОГО ВЕЩЕСТВА

1.1 Свойства живого вещества

Одним из главных препятствий на пути становления клеточной теории можно считать проблему соотношения живого и неживого, проблему возникновения жизни. Автором концепции самозарождения можно считать Аристотеля (384–322 гг. до н. э.). В своем трактате «История животных» он писал, что некоторые черви, небольшие рыбы (кефаль) и угри зарождаются в илистых болотах и могут порождаться непосредственно из ила. Авторитет этого философа был настолько велик, что на протяжении столетий никто в его утверждении не сомневался.

Против теории самозарождения в XVII в. выступил флорентийский врач Ф. Реди, поставив красивые опыты, показавшие, что появление червей в куске мяса обусловлено окружающей средой, а именно, мухами. В 1862 году Л. Пастер показал, что порчу продуктов вызывают микроорганизмы, описанные и зарисованные ещё А. Левенгуком. Невозможность возникновения живого из неживого была доказана [20]. (Справедливости ради необходимо отметить, что самые первые «живые» молекулы, а точнее – молекулы жизни – аминокислоты, нуклеиновые кислоты, имели абиогенное происхождение, что показали опыты А. Опарина, С. Миллера в XX веке).

Вопрос о том, какой объект считать живым или неживым – спорный. Часто приводят определение, что живое способно к размножению, росту и пр. Но и кристаллы растут, а, достигнув определённой величины, начинают распадаться на мелкие фрагменты, процесс очень похож именно на размножение (рис. 1).

Вирусы до сих пор не имеют чёткого определения. Как говорил Д. Львов, вирусы – это вирусы. Пока они во внешней среде, они никак не проявляют себя и не могут быть обнаружены никакими способами, кроме

биологических систем, но при попадании в организм начинают размножаться [29].

Этих свойств недостаточно, чтобы четко определить понятие жизнь. Многие неживые объекты имеют сложную структуру, к тому же самоподдерживающуюся и «размножающуюся» (рис. 1).



Рис. 1. «Почкование» и рост объектов неживой природы [21]

В насыщенном растворе хлорида натрия (поваренной соли) выпадают кристаллы хлорида натрия. По мере испарения раствора они растут, увеличиваются в числе и в размерах. Более того, обломив уголок кристалла и положив его обратно в раствор, можно наблюдать, что кристалл «залечит» дефект, обломанный уголок достроится в насыщенном растворе. Кроме того, структура кристаллов специфична, зависит от того вещества, из которого они возникают. Хлорид натрия кристаллизуется в виде кубов, алмаз – в виде двух четырехгранных пирамидок с общим основанием – октаэдров («наследственность»).

Но кристаллы – структуры с минимумом свободной энергии. Чтобы разрушить кристалл, переведя его, например, в жидкое состояние, надо затратить энергию, обратный процесс идет с выделением тепла (форма энергии). Именно на этом принципе устроены «химические грелки», пластиковые пакеты, заполненные пересыщенным раствором соли: при

оказании на них внешнего воздействия начинается кристаллизация, и выделяется тепло.

Живые структуры, наоборот, поглощают энергию при росте и развитии (растения – в виде света, животные – потребляя пищу). Поэтому с позиции энергетического баланса кристаллы и живые существа – противоположности.

Можно определить понятие «жизнь» таким образом: это специфичная структура, способная к самовоспроизведению (размножению) и самоподдержанию с затратой энергии.

В упрощенном виде можно считать, что все живые организмы питаются, дышат, растут, размножаются и распространяются в природе, а неживые тела не питаются, не дышат, не растут и не размножаются.

Живые организмы, образующие популяции различных биологических сообществ и экосистем, в определенной степени способны противостоять внешним изменениям и воздействиям или восстанавливаться до первоначального состояния, если эти внешние воздействия не слишком сильные. Другими словами, организмы имеют некоторую степень устойчивости.

Необходимо различать три вида устойчивости живых систем.

Инертность или выносливость (живучесть), – это способность живых систем сопротивляться различным нарушениям или изменениям (адаптации).

Постоянство – это способность живых систем, например, организмов, сохранять свои размеры (достигнув определённой величины организм дальше не увеличивается).

Упругость – способность живых систем самовосстанавливаться после действия внешних нарушений, если они не были катастрофическими (регенерация тканей, органов и тела – губки, морские звёзды, тритоны) [5].

1.2 Критерии жизни

При попытке определить сущность жизни на научном уровне возникают значительные трудности. Большинство ученых убеждены, что жизнь представляет собой особую форму существования материального мира. До конца 50-х годов XX века классическим считалось определение Ф. Энгельса, которое гласило, что жизнь есть способ существования белковых тел, состоящий в постоянном самообновлении химических составных частей этих тел [36]. Однако уже к началу 60-х годов стало очевидным, что вещественная основа жизни сводится не только к белкам (на дне Марианской впадины обнаружены организмы на основе кремния), а функциональная – не только к присущему живым организмам обмену веществ. Например, Э. Шредингер определял жизнь как аperiодический кристалл, Г. Югай – как космическую организованность материи. М.В. Волькенштейн дал такое определение: «Жизнь есть форма существования макроскопических гетерогенных открытых сильнонеравновесных систем, способных к самоорганизации и самовоспроизведению». Существует и такое определение: жизнь – это единая система (биосфера), для которой характерна память, способность к направленной подвижности, самовоспроизведению, обмену веществ, регулируемому потоку энергии и к размножению [3].

Современная биология в вопросе о сущности живого все чаще идет по пути перечисления основных свойств живых организмов или критериев жизни. При этом подчеркивается то, что только совокупность таких свойств может дать представление о специфике жизни. К числу критериев жизни обычно относят следующие:

- живые организмы характеризуются упорядоченной сложной структурой, уровень их организации значительно выше, чем в неживых системах;
- живые организмы для роста и развития получают энергию из окружающей среды, причем большинство из них прямо

(автофототрофы) или косвенно (гетеротрофы) используют солнечную энергию;

- все живые организмы, как растения, так и животные, реагируют на изменения в окружающей среде (раздражимость);
- живые организмы не только изменяются, но и усложняются;
- все живое размножается. Способность к самовоспроизведению – основополагающий признак жизни, поскольку при этом проявляется действие механизма наследственности и изменчивости, которые определяют эволюцию всех видов живой природы;
- живые организмы передают по наследству заложенную в них информацию, необходимую для развития и размножения потомства. Эта информация заложена в генах – единицах наследственности, мельчайших внутриклеточных структурах. Генетический материал определяет направление развития организма. Информация в процессе передачи несколько изменяется, поэтому потомство не только похоже на родителей, но и отличается от них;
- живые организмы хорошо приспособлены к среде обитания и соответствующему образу жизни.

Живые существа в течение всей жизни сохраняют специфичную структуру и передают ее своим потомкам при размножении. Это два новых свойства жизни: самовоспроизведение и самоподдержание. Каждое живое существо имеет ограниченный срок жизни, но оставляет после себя потомство (самовоспроизведение). Оно же может залечивать свои раны и повреждения, противостоять болезням и паразитам (самоподдержание).

Таким образом, главное отличие живого и неживого – это отношение к энергии: живое для роста и воспроизведения энергию поглощает, а неживое – её выделяет.

1.3 Уровни организации живой материи

Миллиарды лет назад началась сначала химическая эволюция, затем биохимическая, которая сменилась эволюцией биологической. Эволюция на Земле происходила таким образом, что организмы развивались от простейших (буквально) к более сложным. Новые виды совершенствовались, происходил отбор наиболее приспособленных организмов. Чтобы систематизировать огромное количество живых организмов, и было введено понятие «уровни организации живой материи».

Несмотря на различия во внешнем виде и в строении, все организмы живой природы имеют общие черты: они состоят из молекул, имеют в своем составе повторяющиеся элементы, общие функции органов; они питаются, размножаются, стареют и умирают. Иными словами, свойства живого организма, несмотря на внешние различия, схожи. Ориентируясь на эти данные, можно проследить, как проходила эволюция на нашей планете [21].

Уровень организации живой материи – это функциональное место биологической структуры определенной степени сложности в общей иерархии живого. Выделяют следующие уровни организации живой материи:

1.Молекулярный - высокомолекулярные органические соединения, такие как белки, нуклеиновые кислоты и др.

2.Субклеточный - организуется в органоиды: хромосомы, клеточную мембрану, эндоплазматическую сеть, митохондрии, комплекс Гольджи, лизосомы, рибосомы и другие субклеточные структуры.

3.Клеточный. На этом уровне живая материя представлена клетками. Клетка является элементарной структурной и функциональной единицей живого.

4.Органно-тканевой. На этом уровне живая материя организована в ткани и органы. Ткань – совокупность клеток, сходных по строению и функциям, а также связанных с ними межклеточных веществ. Орган – часть

многоклеточного организма, выполняющая определенную функцию или функции.

5.Организменный. Организм (особь, индивид) – неделимая единица жизни, ее реальный носитель, характеризующийся всеми ее признаками.

6.Популяционно-видовой. Популяция – совокупность особей одного вида, образующих обособленную генетическую систему, которая длительно существует в определенной части ареала относительно обособленно от других совокупностей того же вида. Вид – совокупность особей (популяций особей), способных к скрещиванию с образованием плодового потомства и занимающих в природе определенную область (ареал).

7.Биоценотический. Биоценоз – совокупность популяций разных видов, обитающих на определенной территории.

8.Биогеоценотический. Биогеоценоз – совокупность биоценоза и абиотических факторов среды обитания (климат, почва).

9.Биосферный. На этом уровне живая материя формирует биосферу. Биосфера – оболочка Земли, преобразованная деятельностью живых организмов [12].

Предсказать свойства каждого следующего уровня на основе свойств предыдущих уровней невозможно так же, как нельзя предсказать свойства воды, исходя из свойств составляющих ее атомов кислорода и водорода. Такое явление носит название эмерджентность, то есть наличие у системы особых, качественно новых свойств, не являющихся суммой свойств ее отдельных элементов. С другой стороны, знание особенностей отдельных составляющих системы значительно облегчает ее изучение.

Вместе с тем, такое деление вызывает вопросы. По определению каждый уровень должен обладать свойствами живого: способность к воспроизведению, обмену веществ, т.е. к более или менее автономному существованию. Однако клеточные органоиды (исключая митохондрии и пластиды), ткани и органы не могут существовать и воспроизводиться независимо от макроорганизма. Органоиды синтезируются в клетке *de novo*,

с использованием ее механизмов, ткани и органы – на искусственных средах. Известны лишь отдельные примеры формирования целого организма из фрагмента, например, морские звезды могут достроить тело из отдельного луча.

На клеточном уровне имеются вполне самостоятельные единицы – бактерии, простейшие, которые являются полноценными организмами. В данном случае понятия клетка и организм тождественны.

Таким образом, деление на уровни организации живой материи следует считать делением на уровни, во-первых, по сложности и, во-вторых, условным, но все уровни тесно связаны между собой, что свидетельствует о целостности живой природы.

ГЛАВА 2. КЛЕТОЧНАЯ ТЕОРИЯ

2.1 Этапы создания клеточной теории

По мере накопления научных фактов понятие «живое вещество» было заменено на понятие «организм». На первый план выдвинулись концепции строения организмов.

Появлению клеточной теории предшествовал довольно долгий период накопления данных о строении живых существ. История изучения клеток напрямую связана с изобретением микроскопа и совершенствованием оптической техники. Одним из тех, кто придумал и создал этот прибор, был великий Галилео Галилей (1610 г.). Первые же микроскопы появились на рубеже XVI–XVII вв.

Увлечение микроскопированием способствовало накоплению фактов и, следовательно, привело к попыткам систематизировать их, создать логичную теорию строения организмов.

Первый микроскоп для биологических исследований появился еще в XVII в, благодаря работам Р.Гука. В своей книге «Микрография» (1667 г.) он впервые описал клеточную структуру растительных тканей. Рассматривая под микроскопом тонкие срезы пробки, сердцевины бузины и т. п., Р. Гук отметил ячеистое строение тканей растений. Эти ячейки он назвал «cell», клетка. Но на срезе пробки клетки были пустыми, высохшими (рис. 2). После того, как стали исследовать срезы живых растений, было установлено, что они состоят из ячеек, заполненных студенистым содержимым.

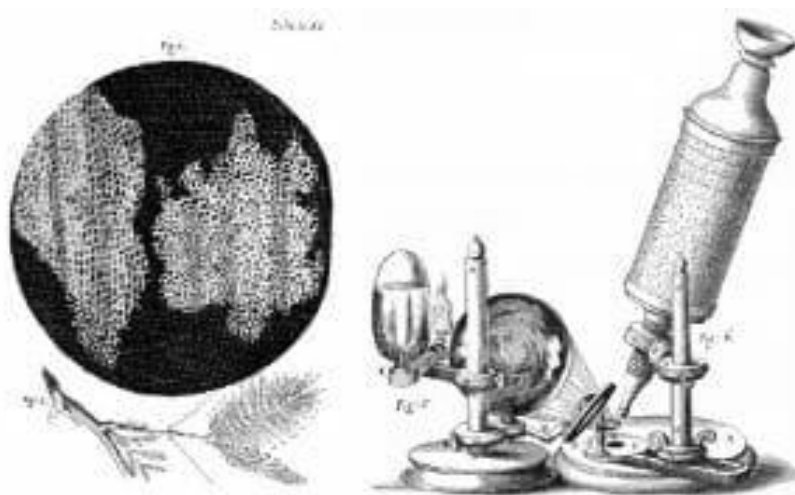


Рис. 2. Микроскоп Р. Гука и сделанный им рисунок клеточного строения ткани растений [8]

Важнейшие открытия были сделаны в XVII в. и голландским ученым-самоучкой Антони ван Левенгуком. Он описал одноклеточные организмы (бактерии, инфузории) и клетки животных (эритроциты, сперматозоиды) (рис. 3).

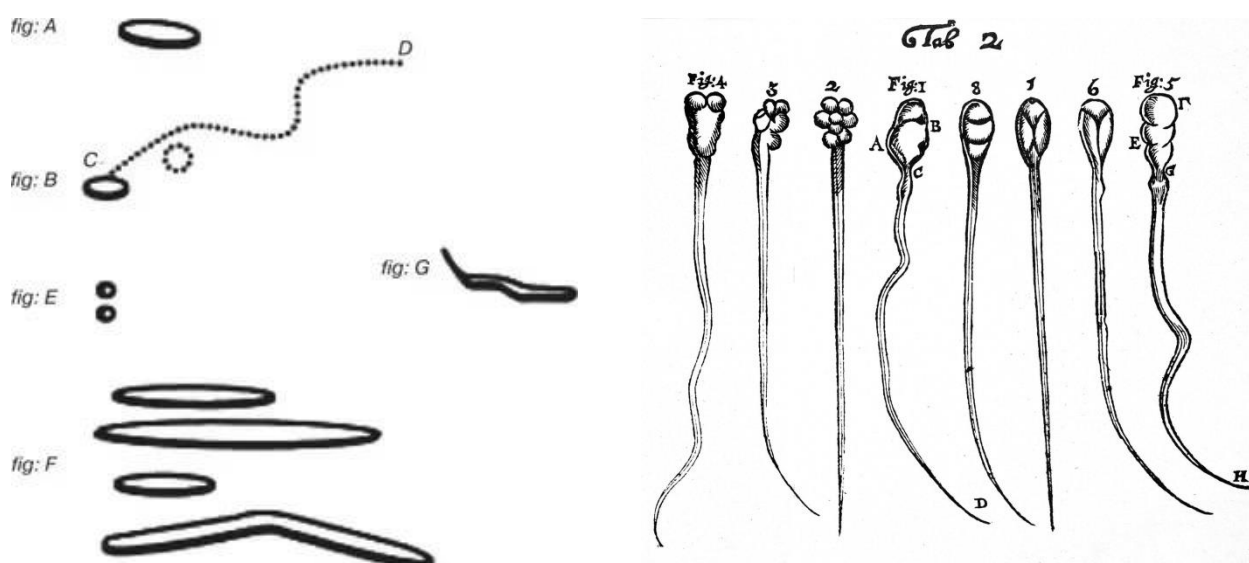


Рис. 3. Зарисовки А. Левенгука[8]

Работы Р. Гука и А. Левенгука послужили толчком для систематических микроскопических исследований различных живых организмов на клеточном уровне. В дальнейшем, в XIX в., были выявлены различные внутриклеточные компоненты: ядро (Р. Броун, 1831 г.),

протоплазма (Я. Пуркинье, 1837 г.), хромосомы (В. Флемминг, 1880 г.), митохондрии (К. Бенуа, 1894 г.) аппарат Гольджи (К. Гольджи, 1898 г.). Мальпики, Грю, Сваммердам, Левенгук и др. наблюдали и описывали тонкое строение растений, насекомых. Труд этих ученых, собравших разрозненные факты, положил начало научной микроскопии [34].

2.2 Варианты клеточных теорий

М. Мальпики и Н. Грю сформулировали первую пенисто-ячеистую клеточную теорию: как пена состоит из пузырьков, так и ткань состоит из пузырьков-клеток. Они рассматривали клетку как элемент, как составную часть ткани. Клетки разделены между собой общими перегородками и поэтому не могут существовать вне ткани, вне организма.

В 1759 году академик Российской Академии наук Каспар Фридрих Вольф, изучая рост растений, установил, что клетка есть единица роста, то есть, по его убеждению, рост организмов сводится к образованию новых клеток. К. Ф. Вольф утверждал невозможность существования клеток вне ткани, однако в зрелых плодах он наблюдал отдельные клетки, не имеющие общих перегородок, которые описывали Мальпики и Грю. Систему взглядов К. Ф. Вольфа можно считать первой стройной клеточной теорией, однако эта теория не была универсальной. К. Ф. Вольф не рассматривал клеточную теорию применительно к животным клеткам. Он считал проблему образования клеточной ткани у животных «столь же важной, сколь и темной».

Немецкий естествоиспытатель Л. Окен в 1809 году на основе натурфилософских рассуждений сделал вывод, что клетки одноклеточных и многоклеточных организмов гомологичны, то есть имеют общее происхождение: «Первичный пузырек слизи в философском смысле может быть назван инфузорией... Растения и животные могут быть только лишь

метаморфозами инфузорий... Организм представляет собою синтез инфузорий».

В начале XIX века немецкие ботаники Г. Линк, К. Рудольфи, Л. Тревиранус, И. Молденгауер доказали, что каждая растительная клетка является самостоятельной структурой («коробочкой»), покрытой непрерывной оболочкой. Немецкий ботаник Франц Мейен (1830) писал, что «клетка есть пространство, ограниченное вполне замкнутой мембраной». Этим наблюдением было предсказано существование клеточных мембран.

Клетки многоклеточных животных до начала XIX в. практически не изучались. Известны лишь отдельные наблюдения клеток эпидермиса кожи угря и эритроцитов (Ф. Фонтана, 1781-1787). Только в начале XIX века в связи с совершенствованием микроскопической техники и достижениями химии появилась возможность применения разнообразных способов подготовки микроскопических препаратов: фиксация, дифференциальное окрашивание. Начинается интенсивное изучение клеток животных.

До начала XIX в. считалось, что в состав тканей входят не только клетки, но и неклеточные структуры – волокна и сосуды – происхождение которых не связывалось с деятельностью клеток. На основании подобных взглядов была создана теория сосуристо-волокнутого строения организмов, которую разработал швейцарский физиолог Альбрехт фон Галлер в 1757-1766 гг. и дополнил немецкий ботаник Франц Мейен в 1830 г. [13].

В 1830-е гг. чешский гистолог Ян Пуркинье, немецкий физиолог Иоганнес Мюллер и другие исследователи показали, что клеточная организация свойственна и животным тканям, а немецкий физиолог Теодор Шванн доказал гомологичность растительных и животных клеток. В своих работах Т. Шванн широко использовал термин *cytos* (от греч. «полость») и его производные. Изучая структуру хряща и хорды, Т. Шванн показал, что коллагеновые волокна являются производными именно клеток.

Независимо друг от друга сущность клеточной теории изложили в своих работах М. Шлейден «Данные о развитии растений» (1838) и Т. Шванн

«Микроскопические исследования о соответствии структуры и роста животных и растений» (1839). Основные положения этой теории:

1. Клетка является главной структурной единицей всех растительных и животных организмов.
2. Процесс образования клеток обуславливает рост (развитие и дифференцировку) растительных и животных тканей.
3. Клетка в определенных границах есть индивидуум, некое самостоятельное целое, а организм – своеобразная их сумма.
4. Новые клетки возникают из цитобластемы.

Первые два вывода актуальны и сегодня.

Ошибкой теории Шлейдена и Шванна было постулирование того, что клетки в организме возникают путем новообразования из некоего первичного неклеточного вещества и остаются независимыми единицами. Авторы считали, что клетки образуются в ходе цитогенеза из зернышек – цитобластов, которые могут зарождаться в самих клетках (М. Шлейден) и вне клеток (Т. Шванн).

Проблему образования новых клеток впервые сформулировал Каспар Фридрих Вольф (его диссертация называлась «Теория зарождения» – *Theoria generationis*, 1759). По мнению К. Ф. Вольфа, клетки растений образуются из гомогенной студневидной массы в ходе органогенеза, что, казалось бы, подтверждало теорию абиогенеза.

В XVIII в. Л. Спалланцани впервые наблюдал деление одноклеточных организмов (инфузорий). Французские ученые Прево и Дюма (1824) описали дробление яйцеклеток лягушки. В 1826 году более подробно этот процесс изложил итальянский эмбриолог М. Рускони. Первое описание деления клеток у водорослей выполнил Б. Дюмортье (1832). Процесс деления ядер при дроблении яиц у морских ежей подробно описал К. Бэр (1845).

Русский ботаник П. Ф. Горянинов («Система природы», 1837) экспериментально установил, что цитогенез был возможен только в эволюционном прошлом (что было в дальнейшем блестяще подтверждено

опытами Опарина-Миллера), а в настоящее время клетки возникают или путем деления, или путем почкования, или путем слияния.

Окончательный ответ на вопрос о возникновении новых клеток дал Рудольф Вирхов (ученик И. Мюллера). В работе «Целлюлярная патология...» (1858) он изложил основные положения собственной клеточной теории:

1. Клетка есть последний морфологический элемент, способный к жизнедеятельности. (Примечание: в настоящее время показано, что данный тезис справедлив отчасти: созданы культуры тканей и органов, функционирующих *ex vivo*, на искусственных средах, *in vivo*).

2. Любая клетка происходит только от клетки: *Omnis cellula ex cellula* – каждая клетка от клетки. (Примечание: положение справедливо абсолютно).

3. Организм есть федерация клеточных государств. (Примечание: это утверждение отчасти соответствует положению Шлейдена и Шванна об организме как сумме клеток. Сомнительное утверждение, еще Аристотель заметил, что организм не есть сумма составляющих его частей. Как из 100 зайцев (Конфуций) не составить одну лошадь, так и простая сумма клеток (фарш) не есть ткань и тем более – организм. Однако предложение считать совокупность клеток государством уже предполагает некое «центральное управление»). Это его положение критиковали И. М. Сеченов, С. П. Боткин и И. П. Павлов. Они показали, что многоклеточный организм – это единое целое, и деятельность организма, как и интеграция его частей, осуществляются, прежде всего, центральной нервной системой.

Р. Вирхов высказал предположение, что вне клеток нет жизни, показал связь патологических процессов с изменением морфологических структур, с определенными изменениями в строении клеток – болезнь всего организма определяется болезнью клетки.

Таким образом, клеточная теория Шванна–Шлейдена дополнилась положением Вирхова о происхождении клеток и постоянно развивалась.

Накопленные знания позволили во второй половине XIX века выдвинуть теорию о сложном строении клетки, которую стали определять

как «элементарный организм», поставив под сомнение развитую Шлейденом и Шванном теорию клеткообразования из бесструктурного вещества (цитобластемы). В опровержении теории цитобластемы на ботаническом материале большую роль сыграли исследования К.В. Негели и Н.И. Желе.

Макс Шультце (1861) дал морфологическое определение клетки: клетка – комочек протоплазмы, внутри которого лежит ядро. Этим определением он попытался решить проблему неклеточных структур, например, волокон поперечно-полосатых мышц, образующихся путем слияния одноядерных миобластов (эмбриональных мышечных клеток): при этом индивидуальные оболочки (мембраны) утрачиваются, но каждое ядро сохраняет окружающую его саркоплазму (эндоплазму с органоидами). Таким образом, М. Шультце подчеркивал сохранение индивидуальности клеток даже при их слиянии.

Немецкий зоолог-эволюционист Эрнст Геккель обосновал теорию происхождения многоклеточных организмов путем дифференциации клеток колоний одноклеточных организмов (теория гастрей). При этом возможно слияние отдельных клеток с образованием синцития («соклетия»). Таким образом, Э. Геккель заложил основы эволюционной цитологии.

Развитие науки подтвердило положение теории Р. Вирхова «каждая клетка – от клетки»: новые клетки эукариот могут образовываться только путем митоза или мейоза. Отдельные фазы митоза наблюдали: немецкий ботаник В. Гофмейстер (1849; на клетках тычиночной нити традесканции), российские ботаники Э. Руссов (1872; использовал материнские клетки спор папоротников, хвощей, лилии) и И.Д. Чистяков (1874; споры хвоща и плауна), немецкий зоолог А. Шнейдер (1873; наблюдал дробящиеся яйца плоских червей), польский ботаник Э. Страсбургер (1875; изучал спорогиру, плаун, лук). Для обозначения процессов перемещения составных частей ядра немецкий гистолог В. Шлейхнер предложил термин кариокинез (1879), а немецкий гистолог В. Флемминг ввел термин митоз (1878). Отдельные фазы

мейоза у животных описал В. Флемминг (1882), а у растений – Э. Страсбургер (1888), а затем российский ученый В.И. Беляев (1889).

Общая морфология «окрашенных телец» (хромосом) была описана еще в работах Гофмейстера, однако лишь в 1888 г. немецкий гистолог В. Вальдейер ввел термин «хромосома». В это же время (1887) А. Вайсман теоретически обосновал необходимость мейоза как механизма поддержания постоянного числа хромосом.

Ведущая роль хромосом в хранении, воспроизведении и передаче наследственной информации была доказана лишь в XX веке.

В конце XIX в. окончательно сформировались представления о клеточном уровне организации жизни. Понятие «клетка» было отделено от понятия ткани, органа, организма. Из гистологии возник особый раздел биологии – цитология (Жан Батист Карнуа, 1884). Следует отметить, что во второй половине XX века вместо названия цитология науку о клетках предложили называть биология клетки.

Ганс Дриш (1891) пришел к выводу, что организм не равен сумме клеток. Клетка многоклеточных – не элементарный организм, а элементарная биологическая система. Такое представление о клетке дало возможность изучать некую обобщенную клетку, абстрагируясь от свойств клеток как элементов тканей. Цитология окончательно оформляется как самостоятельная наука [33].

2.3 Развитие клеточной теории в России

В России интерес к микроскопии возник благодаря усилиям Петра I, организовавшего мастерскую оптических проборов.

Большой вклад в развитие клеточной теории внесли отечественные ученые. К. Бэр обнаружил в 1828г яйцо млекопитающих. В 60–70гг XIX в. при университетах организуются самостоятельные кафедры гистологии. Мировое значение приобрели Казанская школа неврогистологии,

петербургская, московская школы. А. О. Ковалевский, изучая развитие ланцетника, показал сходство процессов зародышевого развития у позвоночных и беспозвоночных. Можно сказать, что с этой работы началась эволюционная биология. В поиске общих закономерностей развития большую роль сыграли работы И. Мечникова. Тогда же появилась работа И. Сеченова «Рефлексы головного мозга», она произвела переворот в науке тех лет, показав, что в основе высшей нервной деятельности лежит рефлекс. Гистологи интенсивно стали исследовать нервные клетки, нервную ткань. М. Лавдовский, А. Бабухин, а в Испании – Р. Кахаль показали применимость клеточной теории к нервной системе.

Таким образом, во второй половине XIX века наука обогатилась двумя крупнейшими достижениями русских ученых:

- формирование основ эволюционной биологии, в частности, эволюционной эмбриологии (К. Бэр),
- создание материалистической неврологии, представляющей организм как единое целое (И. Сеченов).

В последующем эти направления разрабатывали А.Заварзин, Н.Хлопин (гистогенез), А.Северцов, П.Иванов, В.Догель (эволюционисты) и др.

Введение в цитологию современных физических и химических методов исследования позволило детально установить, что клетка – сложная, целостная система, образованная из взаимодействующих компонентов. Клетки разных организмов имеют принципиально сходное строение, хотя могут сильно различаться по размеру и форме (рис. 4).

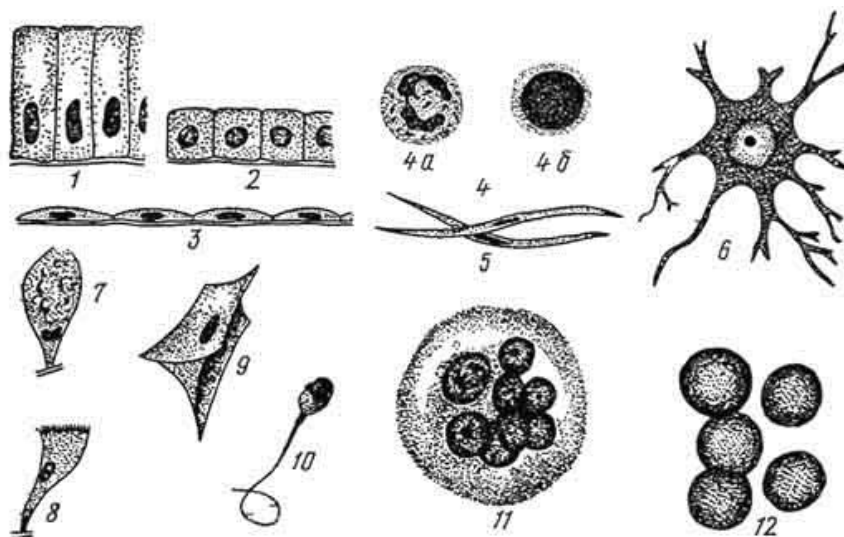


Рис. 4. Форма и общий принцип строения клеток (схема) [39]:

1 - цилиндрические клетки эпителия кишечника; 2 - кубические клетки мочевых канальцев почки; 3 - плоские клетки мезотелия брюшины; 4 - округлые клетки крови (а - с дольчатым ядром - нейтрофильный лейкоцит, б - с округлым ядром - лимфоциты); 5 - веретеновидная клетка с палочковидным ядром (гладкая мышечная клетка); 6 - отростчатая (нервная) клетка; 7 - бокаловидная клетка эпителия кишечника; 8 - клетка с ресничками (из многорядного мерцательного эпителия дыхательных путей); 9 - крылатая (сухожильная) клетка; 10 - жгутиковая клетка (спермий); 11 - многоядерная клетка (остеокласт); 12 - безъядерные клетки (эритроциты).

Клетки объединяет способность к обмену веществ и энергии, росту, развитию, размножению, к реакции на воздействия внешней среды.

2.4 Основные положения современной клеточной теории

1. Клетка — единица строения, жизнедеятельности, роста и развития живых организмов, вне клетки жизни нет.

2. Клетка — единая система, состоящая из множества закономерно связанных друг с другом элементов, представляющих собой определенное целостное образование.

3. Клетки всех организмов сходны по своему химическому составу, строению и функциям.

4. Новые клетки образуются только в результате деления материнских клеток («клетка от клетки »).

5. Клетки многоклеточных организмов образуют ткани, из тканей состоят органы. Жизнь организма в целом обусловлена взаимодействием составляющих его клеток.

6. Клетки многоклеточных организмов имеют полный набор генов, но отличаются друг от друга тем, что у них работают различные группы генов, следствием чего является морфологическое и функциональное разнообразие клеток — дифференцировка.

Сходство в строении клеток различных организмов, общность их основных свойств подтверждают общность их происхождения и позволяют сделать вывод о единстве органического мира.

Таким образом, создание клеточной теории стало важнейшим событием в естествознании, одним из решающих доказательств единства живой природы. Клеточная теория оказала значительное влияние на развитие биологии и послужила фундаментом для дальнейшего развития многих биологических дисциплин — эмбриологии, гистологии, физиологии и др. «Только со времени этого открытия стало на твердую почву исследование органических, живых продуктов природы — как сравнительная анатомия и физиология, так и эмбриология. Покров тайны, окутывавший процесс возникновения и роста и структуру организмов, был сорван». Ф. Энгельс [36].

ГЛАВА 3. СТРОЕНИЕ КЛЕТОК

3.1 Методы изучения клеток

Первые микроскопы были несовершенны. Микроскоп Левенгука представлял собой металлическую пластину, в центре которой находилась линза. Наблюдатель смотрел через неё на образец, закреплённый с другой стороны (рис. 5). И хотя работать с таким микроскопом было не совсем удобно, он позволил получить информацию о микромире живых существ. Всего он изготовил более 25 микроскопов, 9 из них сохранились до наших дней. Они способны увеличивать изображение в 275 раз. Левенгук смог сделать с помощью своих микроскопов важные открытия.



Рис.5.Микроскоп
Левенгука



Рис. 6. Микроскопы XVIII – XIX веков [37]

Следующие модели микроскопов отличались бóльшим разрешением и были настоящими произведениями искусства (рис. 6) [33].

В настоящее время созданы различные микроскопы в зависимости от целей исследования.

Увидеть объёмное изображение исследуемого объекта позволяют стереомикроскопы. От них не требуется большое разрешение. Их задача – обеспечить большую глубину резкости. Поэтому они увеличивают всего лишь в несколько раз или несколько десятков раз. В них нет предметных

столиков и систем освещения. Их конструируют таким образом, чтобы от точки наблюдения до объектива было довольно большое расстояние, позволяющее проводить работы.

Показатель преломления внутренней среды клетки мало отличается от показателя преломления внешней среды, поэтому перед исследованием клетки необходимо окрашивать. Красители бывают общими, они дают возможность оценить размеры и форму клеток, и частными – для изучения отдельных клеточных структур (ядро, включения цитоплазмы и др.).

Для изучения живых неокрашенных клеток предназначена темнопольная микроскопия — вид оптической микроскопии, в которой контраст изображения увеличивают за счет регистрации только света, рассеянного изучаемым образцом. При использовании метода темного поля регистрируются даже незначительные различия в преломляющей способности участков препарата. Основы метода разработал Р. Зигмонди в 1906 году. При работе по методу темного поля, препарат освещается полым световым конусом, апертура которого больше, чем апертура объектива, таким образом, входной зрачок микрообъектива оказывается в области геометрической тени и прошедший без преломления свет не попадает в объектив. В оптической микроскопии тёмного поля неоднородности образца рассеивают свет, и этот рассеянный свет формирует изображение исследуемого образца (рис. 7).

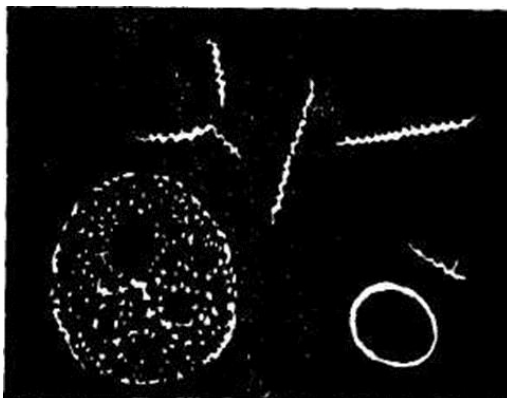


Рис. 7. Объекты при темнопольном изображении

Прозрачные, не окрашенные объекты (живые и фиксированные микроорганизмы, клетки и др.), отличающиеся от окружающей среды по показателю преломления, не поглощают света, но изменяют его скорость и, следовательно, фазу световых колебаний. Причем степень этих изменений зависит от величины показателя преломления и толщины структур объекта. Однако эти изменения не воспринимаются глазом, не регистрируются фотоматериалами, и исследуемые объекты при световой микроскопии почти не отличаются от фона. Для усиления контрастности изображения применяют фазово-контрастную микроскопию (рис. 8).

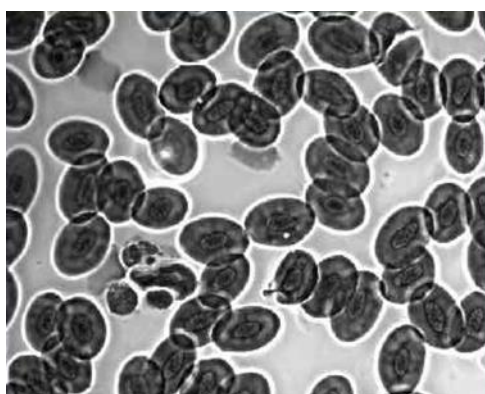


Рис. 8. Эритроциты лягушки при фазово-контрастной микроскопии

Принцип фазово-контрастной микроскопии заключается в том, что свет, не отклоненный объектом, проходит через нанесенное на одну из линз объектива фазовое кольцо, смещающее его фазу на четверть длины волны и ослабляющее его интенсивность (для того, чтобы уравнять ее с интенсивностью диафрагмированного объектом света), а диафрагмированный (отклоненный) свет проходит мимо фазового кольца.

Люминесцентные микроскопы дают возможность изучать объекты, которые светятся под действием ультрафиолетового излучения. Подсветка в них делается ультрафиолетовым светом прямо через объектив. После этого возникает свечение исследуемого вещества. Для люминесцентной микроскопии применяются специальные оптические устройства и

микроскопы, основной частью которых является источник ультрафиолетовых лучей и система фильтров к нему.

Используемые красители, флюорохромы, как правило, флюоресцируют по-разному в зависимости от химического состава структур, с которыми они взаимодействуют (рис. 9). Некоторые из них обладают сродством к определенным клеточным структурам. Например, краситель акридиновый оранжевый окрашивает нуклеопротеиды клетки, аурамин — воскоподобное вещество, содержащееся в микобактериях. Некоторые микрообъекты не требуют предварительной окраски флюорохромами и изучаются с помощью люминесцентной микроскопии без окраски.

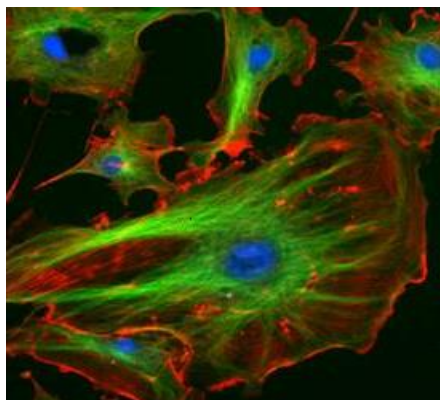


Рис. 9. Цитоскелет эукариот (актиновые микрофиламенты окрашены в красный, микротрубочки – в зелёный, ядра клеток – в голубой цвет).

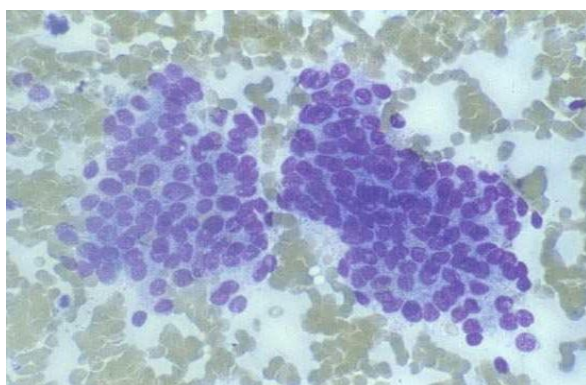
В научных лабораториях часто применяют измерительные микроскопы, служащие для определения угловых и линейных размеров исследуемого предмета [13].

С появлением электронных микроскопов (рис. 10) стало возможным изучение ультратонкой структуры клеток.

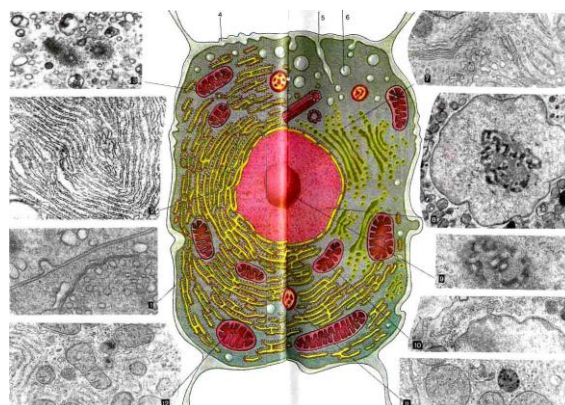


Рис. 10 . Общий вид электронного микроскопа (фото из личного архива автора)

Электронная микроскопия (дополненная возможностями фотографии) даёт увеличение клеток более чем в два миллиона раз (рис.11).



А



Б

Рис. 11. Для сравнения: изображение клетки при световой (А) и электронной (Б) микроскопии [39]

Принцип электронной микроскопии основан на неодинаковом поглощении структурами клетки солей тяжёлых металлов (солей урана, тетроксидом осмия и др.), вследствие чего они становятся неодинаково проницаемы для пучка электронов, который выполняет роль светового луча в световых микроскопах. Цитоплазма оказывается светлой (электронно-прозрачной), а клеточные органоиды — тёмными. В настоящее время

используют различные варианты электронной микроскопии – просвечивающая, сканирующая, негативное и позитивное контрастирование, замораживание-скалывание).

Электронная микроскопия дала возможность изучить тонкое строение клеток, прояснила многие спорные вопросы цитологии. Так, долгое время считали, что с соматических клетках животных может быть не одно, а 2-3 ядра. Это показывали данные световой микроскопии [13].

Однако всё зависит от того, как пройдёт ультратонкий срез через бобовидное ядро: если срез пройдет через «спинку» ядра, на микроснимке окажется одно ядро, если через «рога» ядра – два (рис. 12).

Понять действительную форму объекта можно, изучая так называемые серийные срезы, т.е. полученные послойным срезанием одной клетки[35].

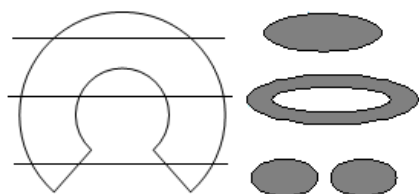


Рис. 12. Интерпретация изображений ядра клетки (схема, рисунок автора)

Электронно-микроскопические исследования неразрывно связаны с изучением химических процессов, происходящих в клетке.

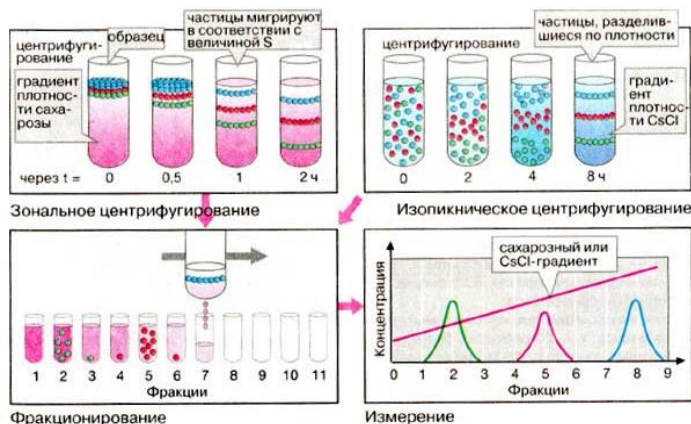


Рис. 13. Методы и этапы центрифугирования

Особым физическим методом исследования клеток является центрифугирование. С помощью лабораторных центрифуг происходит разделение клеточных структур на компоненты в соответствии с их удельным весом. Так изучаются свойства не только каждой части клетки, но и отдельных молекул – ДНК, РНК или белка (рис. 13).

Для фракционирования отдельных разновидностей белков в биохимии применяется метод распределительной хроматографии. Суть этого метода заключается в том, что каплю образца, содержащего биологическую жидкость, наносят на поверхность специальной бумаги (хроматография на бумаге) или на пластинку из стекла или пластмассы, покрытую тонким слоем инертного сорбента (целлюлозы или силикагеля) – хроматография в тонком слое или тонкослойная хроматография. Затем пластинку одним концом помещают в смесь растворителей (например, воды и спирта). По мере движения растворителя вверх по пластинке его молекулы подхватывают те молекулы образца, которые в нём растворяются. В результате происходит дифференциация молекул образца на те, которые из-за своих размеров движутся быстро и медленно. Через несколько часов пластинку сушат, окрашивают и определяют на ней местоположение определенных молекул.

Другая разновидность разгонки белков – колоночная хроматография. В этом случае смесь молекул образца пропускают через колонку, содержащую твердый пористый матрикс. В результате взаимодействия с матриксом различные белки проходят через колонку с разной скоростью. Этот вид хроматографии, когда используются колонки, наполненные микроскопическими пористыми шариками, находящимися в геле, позволяют определить размер белковых молекул.

Важным методом изучения клеток стала автордиография. Для этого к среде, окружающей клетку, добавляют радиоактивные вещества, например радиоактивный оксид углерода. Клетка его поглощает, и он начинает участвовать в химических реакциях, распределяясь по цитоплазме. Затем тонкие срезы клеток помещают на пленку, чувствительную к

радиоактивному облучению. В местах, где находится радиоактивное вещество, появляются темные пятна — клетка будто сама себя фотографирует (отсюда и пошло название автордиография). Рассматривая такие микрофотографии, можно отследить не только стадии синтеза веществ в клетке, но и определить, в каких именно частях клетки идет этот процесс и даже его скорость [21].

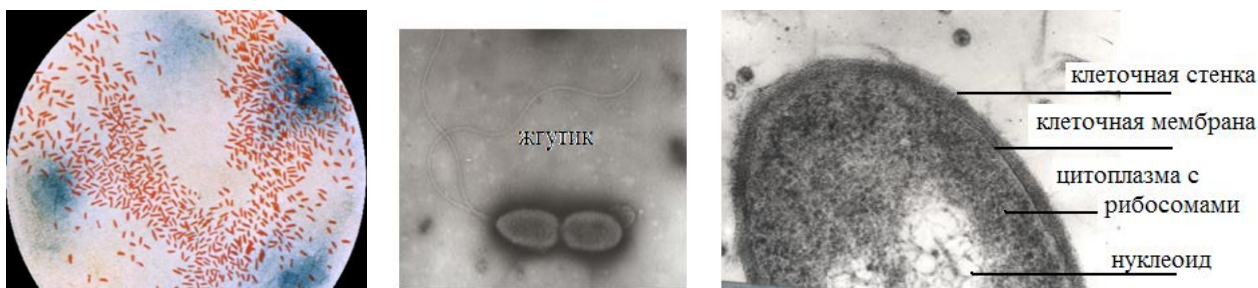
Как правило, при изучении клеток используют не один, а несколько различных методов, что позволяет получить более детальную информацию.

3.2 Структурная организация клеток

В соответствии с положениями клеточной теории клетки всех организмов имеют принципиально сходное строение: оболочка, цитоплазма и ядерный материал. По способу его организации выделяют прокариоты (доядерные) и эукариоты (имеющие оформленное ядро) [11].

3.2.1 Строение бактериальной клетки

Бактерии, или прокариоты, обнаруживаются с помощью световой микроскопии (рис. 14, А). Доядерные клетки, самые древние организмы, устроены наиболее просто: клеточная мембрана, над ней расположена клеточная стенка, под ней — полужидкая среда, протопласт с рибосомами и нуклеоидом — местом скопления нуклеиновой кислоты. Нуклеоид особенно отчетливо просматривается на ультратонких срезах в виде электронно-прозрачной области в центре клетки (рис. 14, В). Для прикрепления к субстрату служат особые структуры — пили, для передвижения некоторые формы имеют жгутики (рис. 14, Б), один или несколько [8].



А [28]

Б

В

Рис. 14. Строение бактериальной клетки. А – световая микроскопия, окрашено гематоксилином и эозином. Б – электронная микроскопия, негативное контрастирование. В – электронная микроскопия, ультратонкий срез (Б и В – фото из личного архива автора)

3.2.2 Строение эукариотической клетки

Среди всех эукариотических клеток наибольшее количество информации собрано для животной клетки. Учитывая одно из основных положений клеточной теории, полученную информацию можно применять для описания соответствующих структур клеток растений и грибов, принципиальных различий нет.

Данные электронной микроскопии предоставляют возможность изучения тонкого строения клеток и клеточных органоидов.

Все клеточные органоиды классифицируют как двумембранные, одномембранные и немембранные.

К двумембранным относятся ядро, митохондрии и хлоропласты. К одномембранным – аппарат Гольджи, эндоплазматическая сеть, вакуоли (лизосомы, фагосомы). К немембранным – микротрубочки, микрофиламенты, рибосомы и ядрышко.

3.2.2.1 Мембранные органоиды: плазмалемма

Клеточная мембрана также называется плазматической (или цитоплазматической) мембраной и плазмалеммой. Данная структура не только отделяет внутреннее содержимое клетки от внешней среды, но также

входит в состав большинства клеточных органелл и ядра, в свою очередь отделяя их от гиалоплазмы (цитозоля) — вязко-жидкой части цитоплазмы. В основе строения клеточной (биологической) мембраны лежит двойной слой липидов (жиров). Формирование такого слоя связано с особенностями их молекул. Липиды не растворяются в воде, а по-своему в ней конденсируются. Одна часть отдельно взятой молекулы липида представляет собой полярную головку (она притягивается водой, т. е. гидрофильна), а другая — пару длинных неполярных хвостов (эта часть молекулы отталкивается от воды, т. е. гидрофобна). Такое строение молекул заставляет их «прятать» хвосты от воды и поворачивать к ней свои полярные головки.

В результате образуется двойной липидный слой, в котором неполярные хвосты находятся внутри (обращены друг к другу), а полярные головки обращены наружу (к внешней среде и цитоплазме). Поверхность такой мембраны гидрофильна, а внутри она гидрофобна.

Первая модель строения цитолеммы предполагала, что белки располагаются поверх бислоя липидов. Это показывали первые микрофотографии. Считалось, что соли тяжёлых металлов окрашивают белковые молекулы и не окрашивают липиды, поэтому мембрана выглядела трехслойной: белок-липиды-белок. Эту модель называли моделью бутерброда, или сэндвича (рис. 15).



Рис. 15. Модель строения мембраны по Давсону и Даниелли, 1935г [35]

В 1959г Робертсон предложил гипотезу о строении «элементарной мембраны», взяв за основу модель Давсона–Даниелли. В соответствии с его гипотезой, все мембраны всех клеток имеют трехслойное строение и толщину примерно 7,5 нм.

Однако метод замораживания–скалывания внес уточнения. При этом способе обработки раскол предварительно замороженной клетки происходит вдоль липидного бислоя. Поверхность раскола оказалась не однородной, на ней отмечали выемки и выпуклости (рис. 16). Стало понятно, что структура мембран гораздо сложнее, чем предполагалось [16].

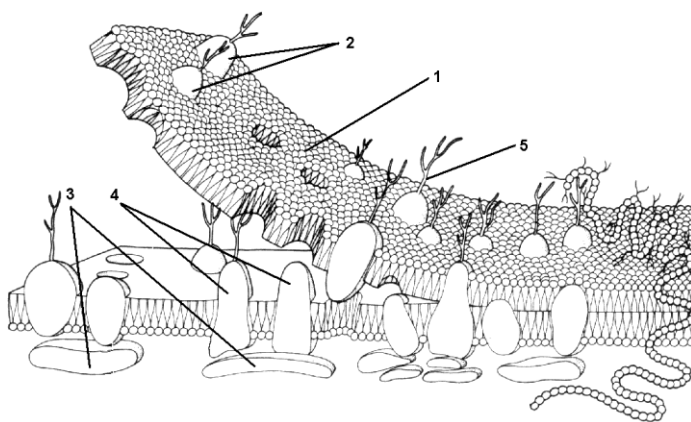


Рис. 16. Цитоплазматическая мембрана:

1 — липидный бислой; 2 — погруженные белки; 3 — периферические белки; 4 — интегральные белки; 5 — олигосахаридные цепи.

Белки не столько расположены на липидах, сколько погружены в липидный бислой, иногда частично, иногда пронизывают его насквозь. Чем активнее участвует данная мембрана в метаболизме, тем больше в ней белковых молекул. Так, в мембранах хлоропластов белки составляют около 75 %, в миелиновой мембране аксона — только 18%. На внутренней и наружной поверхности мембраны количество белка тоже различается.

В 1972г появилась жидкостно–мозаичная модель строения мембраны. Ее авторы Сингер и Никольсон предположили, что липидный бислой представляет элементарную мембрану, а молекулы белков свободно плавают

в этом слое, иногда к ним присоединяются микрофиламенты (рис. 17). Липиды также не статичны, они могут перемещаться, меняя свое положение.

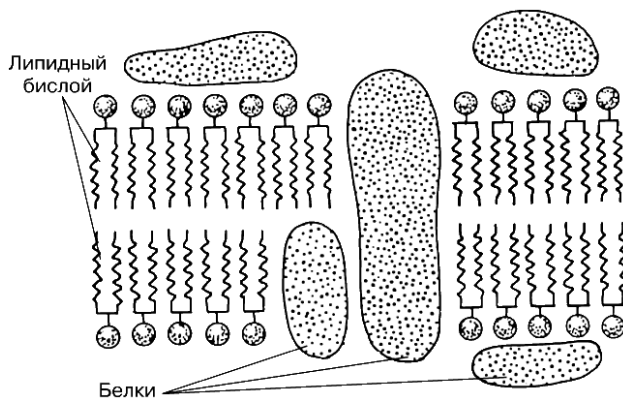


Рис. 17. Модель строения мембраны по Сингеру и Никольсону [11]

Среди белков мембран есть чисто структурные белки и белки, выполняющие другие функции, кроме структурных, например, белки–переносчики. Они могут входить как составная часть в какой-либо активный насосный механизм. Последующие исследования показали, что в мембранах имеются каналы, или поры, гидрофильной природы. Они пронизывают мембрану, и по ним могут проходить молекулы, которые не могут пройти через липидный бислой в силу своих химических особенностей.

Мембраны (даже разные стороны одной) отличаются между собой по процентному соотношению различных видов липидов, белков, ферментативной активности и др. Какие-то мембраны более жидкие и более проницаемые, другие более плотные.

Разрывы клеточной мембраны легко сливаются из-за физико-химических особенностей липидного бислоя. В плоскости мембраны липиды и белки (если только они не закреплены цитоскелетом) перемещаются [3].

3.2.2.2 Строение ядра

Снаружи ядро покрыто ядерной оболочкой, состоящей из двух мембран, между которыми имеется щель — околоядерное пространство. Оболочка прерывается порами. На микрофотографиях видно, что внешняя из

двух мембран оболочки соединяется со стенками эндоплазматической сети цитоплазмы. Но более вероятно, что именно каналы ЭПС компартментализовали ядерный материал предковых форм бактерий, что привело к образованию самого ядра. Об этом свидетельствуют мезосомы – выросты внутренней мембраны некоторых современных микроорганизмов, предковые формы которых в процессе эволюции стали митохондриями и/или пластидами. И поры и прямая связь эндоплазматической сети с околоядерным пространством обеспечивают тесный контакт между ядром и цитоплазмой (рис. 18).

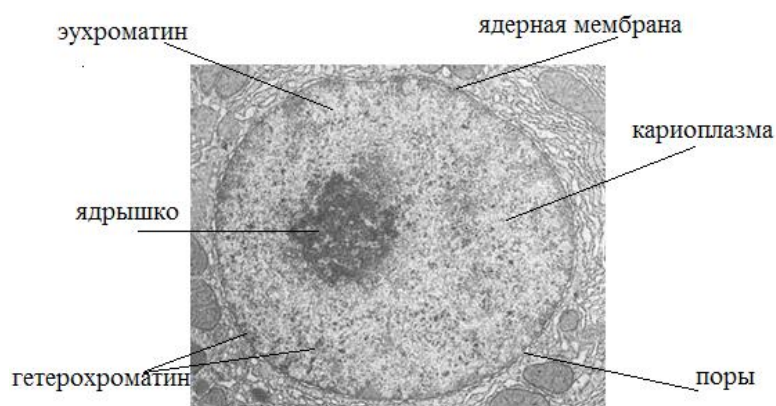


Рис. 18. Ядро интерфазной клетки [35]

Ядерная оболочка отграничивает содержимое ядра от цитоплазмы.

Внутренняя мембрана ядра служит местом фиксации ядерного матрикса – цепи белковых молекул, которые поддерживают объемную структуру.

Ядерные поры обеспечивают избирательный транспорт веществ в ядро и из ядра [3].

По поводу строения ядерных пор нет однозначного мнения. В пятитомном труде Гистология Хэм, А.; Кормак, Д. приведена микрофотография ядерных пор [13]. Однако мы обратили внимание, что поры должны иметь цилиндрическое строение, а на срезе видно, что они все округлые, тогда как при срезах цилиндра в разных плоскостях должны появиться овальные, прямоугольные структуры (рис.19).

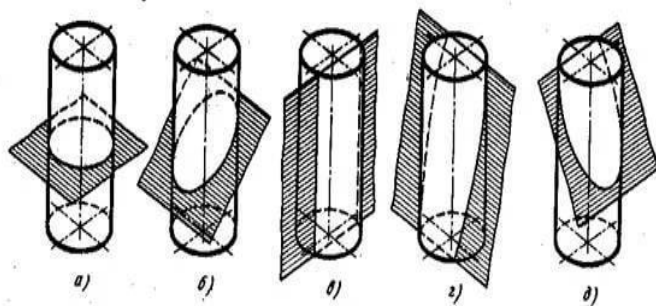


Рис. 19. Сечения цилиндра

Есть основания полагать, что это не поры, а вирионы аденовируса, которые размножаются именно в ядре и часто вызывают разрушение ядерной мембраны, которая отсутствует на приведенном снимке (рис. 20) [18].

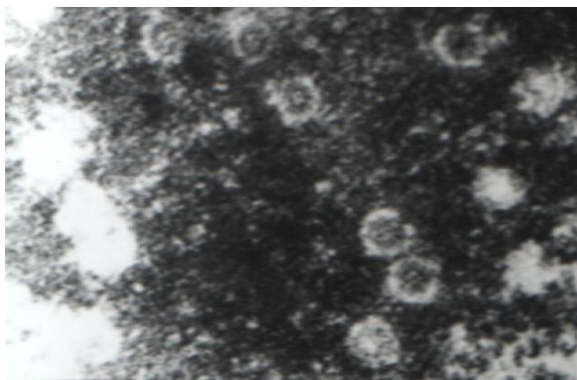


Рис. 20. Структуры в кариоплазме [18]

3.2.2.3 Строение митохондрий

Первооткрывателем митохондрий является Альтман, он утверждал, что митохондрии похожи на бактерии и ранее вели самостоятельный образ жизни. Его открытие не смогли повторить, выводы считали тем более сомнительными, но будущее показало его правоту.

Митохондрии служат для преобразования энергии питательных веществ в энергию, необходимую для поддержания жизнедеятельности клетки. Окисление питательных веществ происходит на внутренней поверхности мембран митохондрии.

Электронные микрофотографии показывают, что митохондрии являются двумембранными структурами. Они состоят из наружной и

внутренней мембран. Обе имеют толщину около 7 нм и типичное мембранное строение (рис. 21) [2].



Рис. 21. Ультраструктура митохондрии

Внешняя мембрана, как и плазмалемма, регулирует передвижение веществ из структуры и в нее. Внутренняя мембрана образует выросты, складки, или кристы, которые увеличивают площадь ее поверхности, они ориентированы поперек органоида, достигая середины и более ее диаметра. Внутри каждой митохондрии имеется свой матрикс, т.е. среда. Иногда в митохондрии обнаруживают темные гранулы различного диаметра. Некоторые исследователи связывают их с накоплением тяжелых металлов [32].

Митохондрии содержат собственные молекулы ДНК (кольцевую), РНК, собственные рибосомы, отличающиеся размером от таковых клетки, и могут делиться по типу бактериальных клеток: перегородка вырастает внутри митохондрии, после чего идет расхождение двух половинок. Митохондрии могут самостоятельно двигаться по типу бактерий, они чувствительны к антибиотикам

С помощью метода негативного контрастирования было показано, что на внутренней поверхности митохондрий, на кристах, имеются грибовидные

выросты. Предполагают, что головка такого выроста содержит фермент АТФ-азу, а ножка – компоненты дыхательной цепи.

3.2.2.4 Эндоплазматическая сеть

Эндоплазматическая сеть (ЭПС) – система уплощенных цистерн, которая соединяет различные участки клетки, осуществляет транспорт белковых веществ от мест их синтеза к местам их утилизации (рис. 22). Иногда используют понятие эндоплазматический ретикулум (ЭПР).

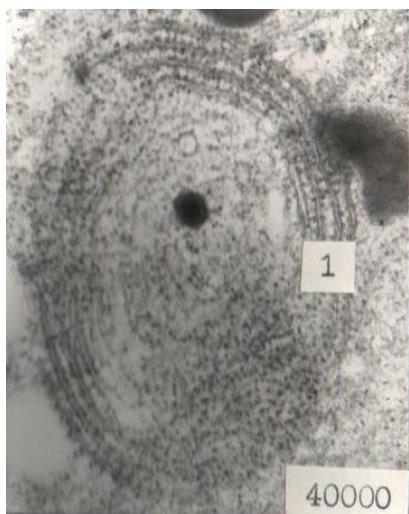


Рис. 22. Гранулярная (1) ЭПС, в центре – мелкая лизосома при увеличении $\times 40000$ (фото из личного архива автора)

В зависимости от наличия на поверхности ЭПР рибосом различают гранулярную, или шероховатую, сеть и агранулярную, или гладкую, ЭПС.

Наибольшего развития ЭПС достигает в активно растущих клетках, где идут белковые синтезы. Естественно, синтез белка осуществляют рибосомы, фиксированные на мембранах ЭПР, по каналам ЭПС белок транспортируется и модифицируется: фосфорилируется, гликозилируется и пр. Именно в ЭПР белок приобретает свою третичную конфигурацию. Через каналы ЭПР белок поступает в цистерны аппарата Гольджи и далее – наружу [11].

Отсюда понятен биологический смысл различной локализации рибосом: расположенные в цитоплазме обеспечивают синтез белка, необходимого для внутриклеточных нужд, а на мембранах ЭПС – для

внеклеточных целей (образование межклеточного вещества, формирование секретов и т.п.).

Гранулярный ЭПР играет особую роль в клетках эукариот. Исследования показывают, что мембрана ядра идентична мембранам ЭПС. Видимо, на начальных этапах эволюции клетки именно эти мембраны окружали молекулы нуклеиновых кислот, оттесняя их, локализовали, что, в конце концов, привело к образованию компактного ядра.

Структуры гладкого ЭПР короче, чем цистерны гранулярного, и являются трубчатыми образованиями, анастомозирующими между собой и контактирующими с цистернами гранулярной ЭПС. Гладкая ЭПС участвует в синтезе липидов, стероидных гормонов, липопротеидов, гликогена и др. углеводов, они депонируют кальций, участвуют в транспорте ионов хлора. Установлено, что гладкая ЭПС участвует в детоксикации многих лекарственных препаратов (барбитуратов).

3.2.2.5 Аппарат Гольджи

Аппарат Гольджи, или пластинчатый комплекс было легче увидеть, чем понять его назначение. В 1898г К. Гольджи увидел в клетках мозга темное сетчатое образование. В других клетках этот органоид имел форму пластинок. Как правило, аппарат располагался вблизи ядра. В активно секретирующих клетках аппарат Гольджи обнаруживают между ядром и апикальным концом клетки, в несекретирующих клетках закономерности в расположении нет. Наиболее крупные размеры аппарат Гольджи имеет в нервных клетках [13].

Электронная микроскопия позволила установить тонкую структуру органоида: это совокупность диктиосом, их число колеблется от нескольких десятков до сотен и даже тысяч (рис. 23).

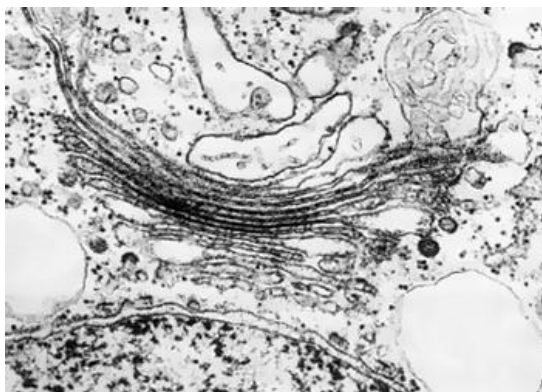


Рис. 23. Аппарат Гольджи

Диктиосома – стопка нескольких (3–10) уплощенных дискообразных цистерн и пузырьков, отшнуровывающихся от их краев. На поверхности мембран аппарата Гольджи нет рибосом. Цистерны не изолированы друг от друга, между некоторыми видны переходы, соединяющие их. Диктиосомы также не изолированы друг от друга, между ними обнаружены латеральные соединения.

Поскольку на поверхности мембран аппарата Гольджи нет рибосом, то их образование зависит от гранулярного эндоплазматического ретикулума, в котором синтезируются мембраны аппарата Гольджи и затем переносятся в виде мелких транспортных пузырьков. Они перемещаются к формирующейся поверхности стопки аппарата Гольджи и сливаются со стенкой нижнего мешочка. Одновременно с верхней поверхности непрерывно отпочковываются пузырьки, наполненные секретом. Поэтому структуры аппарата Гольджи постоянно обновляются и перемещаются снизу вверх.

Связь аппарата Гольджи и ЭПС накладывает отпечаток и на содержимое цистерн аппарата: с транспортными пузырьками поступают белки, углеводы. Однако большая часть углеводов создается в самих цистернах при помощи ферментов гликозилтрансфераз, которые находятся в мембранах стенок цистерн. Аппарат Гольджи играет ключевую роль в синтезе клеточных секретов, содержащих гликопотеиды, и других углеводсодержащих веществ. Главным «потребителем» гликопротеинов

является гликокаликс – вещество на поверхности клетки. Содержимое аппарата Гольджи доставляется к поверхности клетки пузырьками, отшнуровывающимися от верхней цистерны, и опорожняет содержимое в результате экзоцитоза.

От аппарата Гольджи отпочковываются секреторные гранулы – лизосомы, участвующие во внутриклеточном пищеварении. Их количество также варьирует в разных клетках. Основное содержание – гидролитические ферменты – гидролазы, их роль – катализ реакций, в которых крупные молекулы расщепляются на мелкие компоненты. Считают, что ферменты лизосом ответственны за глубокие изменения, начинающиеся в клетках и тканях после смерти организма. Они участвуют в уничтожении бактерий, в развитии воспалительного процесса, в метаморфозных преобразованиях и т.д.

О происхождении лизосом из аппарата Гольджи говорит тот факт, что они богаты гликопротеидом, углеводный компонент которого приобретает именно во время прохождения белка через структуры аппарата.

Когда в результате фагоцитоза в клетку попадает фагоцитарная вакуоль, с ней сливается лизосома, так образуется вторичная лизосома. Ферменты переваривают содержимое фагосомы; вещества, необходимые клетке, всасываются в цитоплазму, ненужные выводятся экзоцитозом.

Кроме лизосом в цитоплазме клеток встречаются т.н. окаймленные пузырьки, или опушенные везикулы, покрытые слоем щетинистого материала (рис. 24). Они образуются из клеточных мембран, аппарата Гольджи, цистерн гранулярного ЭПР и др. Мембрана пузырьков имеет типичное строение, а «кайма» несколько напоминает по составу гликокаликс.

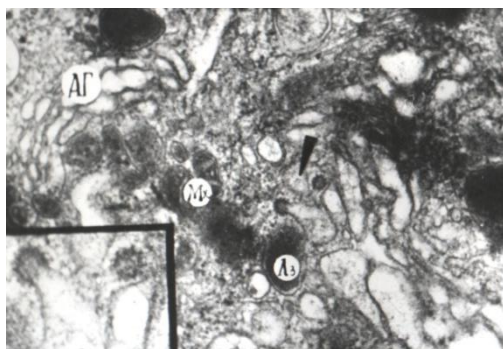


Рис. 24. «Окаймленные везикулы» (на врезке). АГ – аппарат Гольджи, Мх – митохондрии Лз – лизосомы (фото из личного архива автора)

Предполагают, что эти пузырьки – следствие поглощения клеткой белка из окружающей среды с одной стороны, а с другой стороны – это способ хранения избытка мембран в клетках, где происходит обильный экзоцитоз, при котором мембраны экзоцитозных вакуолей встраиваются в плазмалемму, а содержимое вакуолей удаляется во внешнюю (по отношению к клетке) среду. Если бы не эти пузырьки, мембрана клетки увеличивалась чрезмерно, что привело бы к патологическому состоянию. Во избежание этого, одновременно с накоплением мембраны происходит ее удаление (резервация) в виде окаймленных пузырьков. Функции пузырьков, происходящих от других мембранных структур, остаются непонятными [12].

3.2.2.6 Немембранные органоиды

Реснички, жгутики и центриоли были открыты и названы еще во времена световой микроскопии. Однако с помощью электронной микроскопии установлено, что все они имели структуру микротрубочек. Кроме того, отдельные микротрубочки имеются и в цитоплазме, они так и называются – микротрубочки цитоплазмы.

Микротрубочки служат скелетом клетки, от их распределения зависит форма клетки – округлая, удлинённая, звездчатая и др.

Микротрубочки содержатся в клетках всех типов, представляют собой тонкие нитевидные структуры диаметром 24нм и различной длины. Чаше

всего они прямые и, видимо, эластичны, образованы белком тубулином. На поперечном срезе имеют вид колец (отсюда и получили свое название). Каждая микротрубочка построена из 13 протофиламентов, расположенных параллельно длинной оси микротрубочки.

Трубчатое строение органоида позволяет ему участвовать в перемещении различных (или строго определенных) веществ. Субъединицы микротрубочек могут скользить относительно друг друга, это приводит к сокращению длины микротрубочки и самой клетки, это же происходит при изгибании ресничек. Особенно заметна роль микротрубочек во время митотического и мейотического перемещения хромосом (рис. 25).

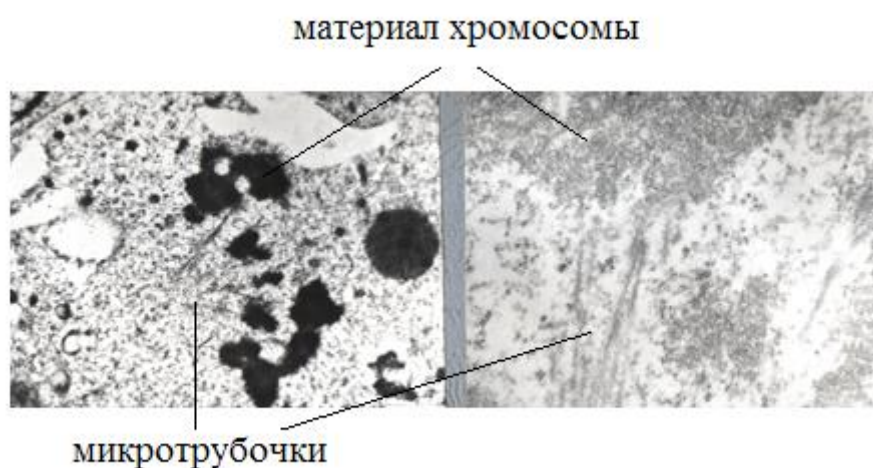


Рис. 25. Участие микротрубочек в перемещении хромосом (фото из личного архива автора)

Микрофиламенты представляют собой очень тонкие и длинные нитевидные белковые структуры, встречающиеся во всей цитоплазме. Под плазматической мембраной микрофиламенты образуют сплошное сплетение, формируя цитоскелет (рис. 26). Вся эта структура очень лабильна. Под влиянием различных воздействий (большое значение имеет концентрация кальция) микрофиламенты распадаются на отдельные фрагменты и вновь собираются. Так как микрофиламенты являются сократимыми элементами

цитоскелета, то участвуют в изменении формы клетки, во внутриклеточных перемещениях органелл, расхождении хромосом при делении клетки.

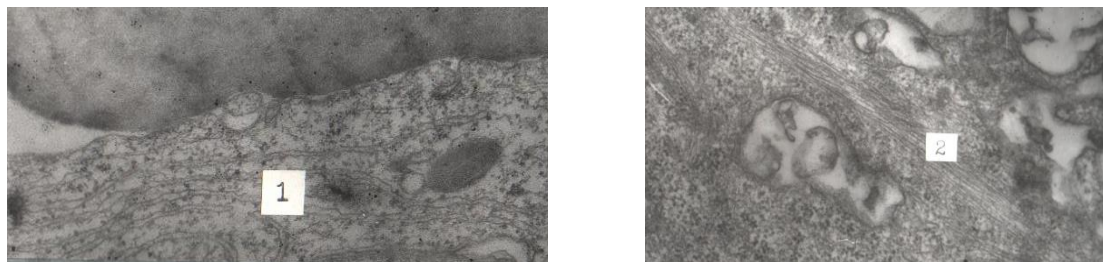


Рис. 26. Микротрубочки (1) и микрофиламенты (2) (фото из личного архива автора)

Кроме этого микрофиламенты выполняют следующие функции: ответственны за перемещение хлоропластов, которые могут изменять свое положение в зависимости от освещения; клеточных ядер; пузырьков; участвуют в фагоцитозе (но, не в пино- или экзоцитозе); в образовании перетяжки при клеточном делении (здесь действует кольцо из пучков микрофиламентов, опоясывающих клетку); в движении хроматид и хромосом при делении ядра.

Микрофиламенты встречаются во всех клетках эукариот. Особенно они обильны в высокоспециализированных мышечных волокнах и клетках, выполняющих функции сокращения мышц. Микрофиламенты входят также в состав специальных клеточных компонентов, таких как микроворсинки, ленточные соединения эпителиальных клеток, в состав стереоцилий чувствительных клеток. Микрофиламенты образуют пучки в цитоплазме подвижных клеток животных и слой под плазматической мембраной — кортикальный слой. У многих растительных клеток и клеток низших грибов они располагаются в слоях движущейся цитоплазмы.

Центриоли имеют вид цилиндров диаметром 0,2 мкм и длиной 0,5 мкм (рис. 27). На поперечном срезе видно, что их стенки образованы девятью продольно расположенными пучками по 3 микротрубочки, слегка закрученными вокруг общей оси.

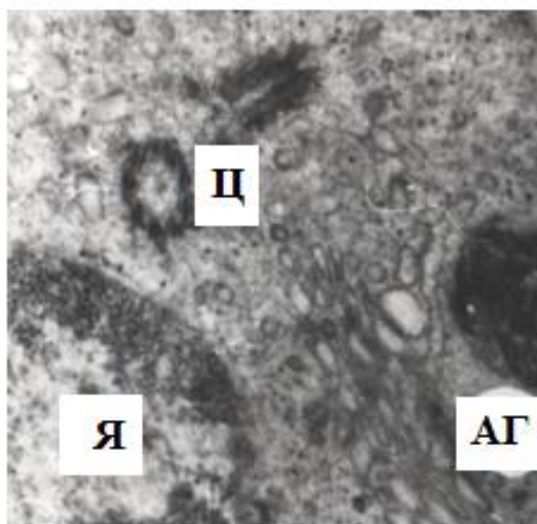


Рис. 27. Центриоли (Я – ядро, АГ – аппарат Гольджи, Ц – центриоли)
(фото из личного архива автора)

Структура участвует в формировании так называемого веретена деления. Нити веретена также представляют собой микротрубочки. Предполагают, что центры образования микротрубочек находятся вблизи центриолей. Возможно, что движение хромосом во время митоза или мейоза к экватору или к полюсам клетки происходит без участия актина или других мышечных белков. Оно, видимо, обусловлено скольжением микротрубочек относительно друг друга [11,12].

В эукариотических клетках рибосомы располагаются на мембранах эндоплазматического ретикулума, хотя могут быть локализованы и в неприкрепленной форме в цитоплазме. Синтез рибосом у эукариот происходит в специальной внутриядерной структуре — ядрышке. Нередко с одной молекулой мРНК ассоциировано несколько рибосом, такая структура называется полирибосомой (рис. 28).

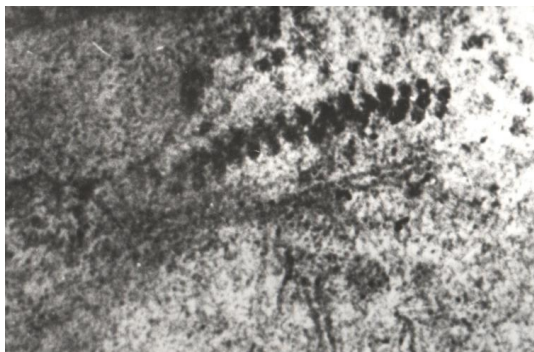


Рис. 28. Полирибосома (полисома) (фото из личного архива автора)

Все рибосомы в составе полисомы синтезируют один и тот же белок. Это своего рода конвейер, который позволяет интенсифицировать процесс. Несмотря на малые размеры (около 20 нм), рибосомы имеют очень сложное строение. Именно поэтому энергетически целесообразна сборка многих рибосом в единую структуру – полисому.

Форма рибосом близка к сферической. Для клеток прокариот (бактерий, сине-зеленых водорослей), а также для хлоропластов и митохондрий эукариот характерны 70 S рибосомы; в цитоплазме всех эукариот обнаружены 80 S рибосомы. S — показатель скорости осаждения (седиментации), чем больше число S, тем выше скорость осаждения. Рибосомы состоят из двух субчастиц: большой и малой. Малая объединяет 1 молекулу рРНК и 33 молекулы различных белков, большая — три молекулы рРНК и около 40 белков. рРНК (рибосомная) выполняет функцию каркаса для белков (выполняют структурную и ферментативную роль), а также обеспечивает связывание рибосом с определенной нуклеотидной последовательностью иРНК) [13].

3.3 Физиология клеток. Деление

Одно из положений клеточной теории долгое время оставалось спорным – возникновение новых клеток в организме.

Несовершенство микроскопической техники, несовершенство методологии исследований не позволяло точно ответить на вопрос: где источники новых клеток, каким образом из одной клетки (зиготы) развивается организм, состоящий из разных клеток, почему происходит заживление раневой поверхности или формирование цельного органа или организма.

Всеобщее свойство живых организмов, наследственность, тесно связана с другим важнейшим свойством живого — размножением. Благодаря размножению осуществляется преемственность между родительскими особями и их потомством. В основе размножения лежит митоз, или не прямое деление клеток. В результате митоза все дочерние клетки содержат одинаковый набор хромосом и одни и те же гены. Следовательно, митоз — это способ деления клетки, заключающийся в точном распределении генетического материала между дочерними клетками, обе дочерние клетки получают диплоидный набор хромосом.

Биологическое значение митоза огромно. Функционирование органов и тканей многоклеточного организма было бы невозможно без сохранения одинакового генетического материала в последующих поколениях. Митоз обеспечивает такие важные процессы жизнедеятельности, как эмбриональное развитие, рост, поддержание структурной целостности тканей при полной утрате клеток в процессе их функционирования (замещение погибших эритроцитов, эпителия кишечника и пр.), восстановление органов и тканей после повреждения.

Половое размножение имеет большое эволюционное преимущество по сравнению с бесполом. Это обусловлено тем, что в половом размножении принимают участие, как правило, две родительские особи. В результате слияния мужской и женской половых клеток (гамет), несущих гаплоидный набор хромосом, образуется оплодотворенная яйцеклетка — зигота, несущая наследственные задатки обоих родителей. Благодаря этому увеличивается

наследственная изменчивость потомков и повышается их возможность в приспособлении к условиям среды обитания (рис. 29).

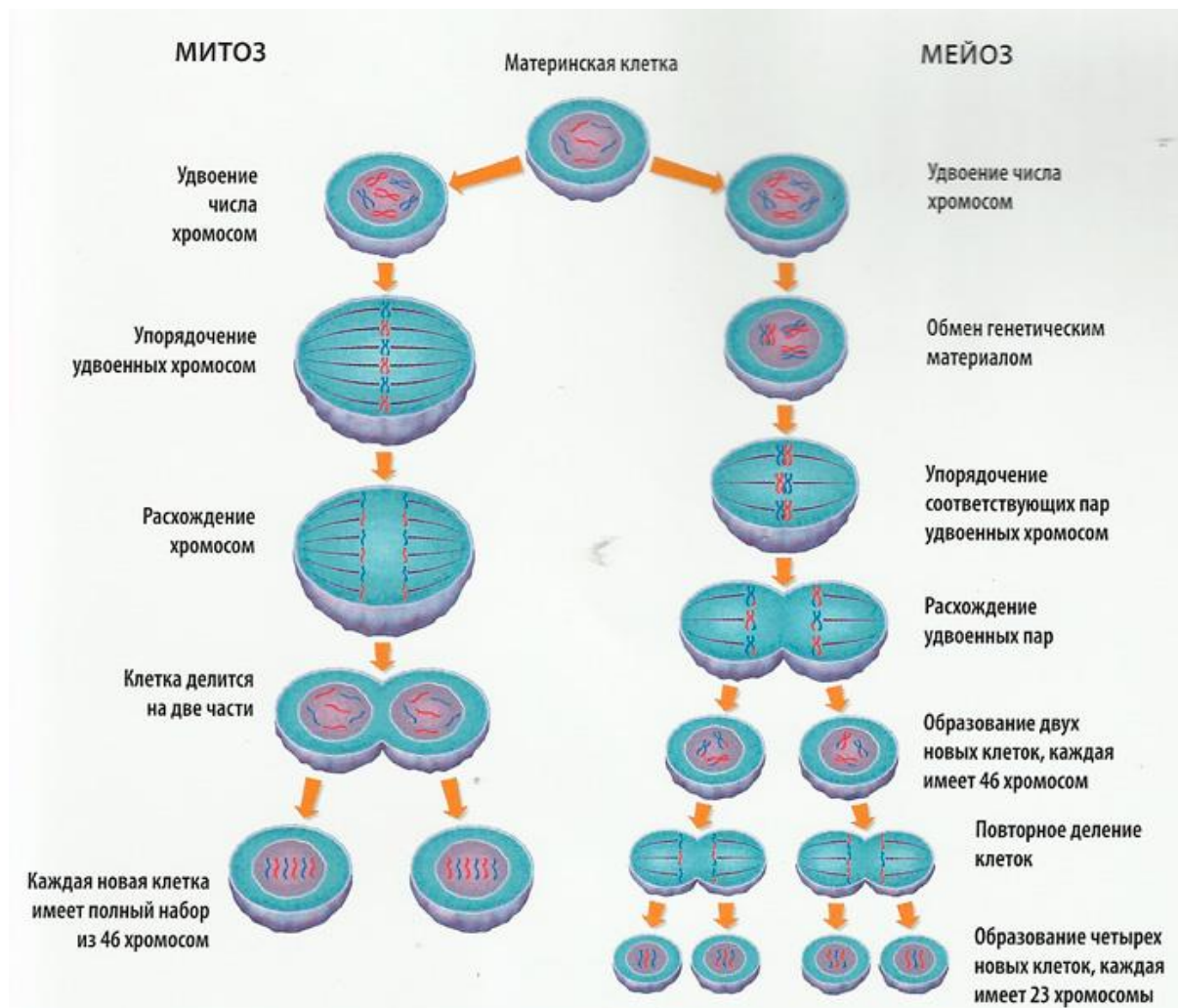


Рис. 29. Сравнительная характеристика способов деления клеток

Если бы в процессе мейоза не происходило уменьшение числа хромосом, то в каждом следующем поколении в результате оплодотворения число хромосом увеличивалось бы вдвое, Благодаря мейозу зрелые половые клетки получают гаплоидное число хромосом, а при оплодотворении восстанавливается характерное для данного вида диплоидное число хромосом.

Регенерация – это восстановление организмом утраченных частей: клеток, тканей, частей органов или целых органов и систем органов. Регенерация осуществляется практически у всех живых существ –

эукариотов на разных стадиях онтогенеза, иногда на всем протяжении онтогенеза, иногда на определенной стадии [17].

У эукариотов при регенерации происходят процессы и явления, очень сходные с соответствующими явлениями в зародышевом развитии. Например, регенерация начинается под влиянием определенного стимула, происходит миграция и морфогенетические движения клеток, ткани взаимодействуют между собой, происходит изменение динамики клеточных популяций, детерминация, рост и дифференцировка клеток и тканей. Процесс регенерации специфичен.

Регенерацию в свою очередь делят на четыре группы:

- 1) физиологическая регенерация – восстановительный процесс, компенсирующий разрушение структуры при нормальной гибели клеток. Она свойственна всем живым организмам и обусловлена физиологической активностью структурных элементов (заживление ран).
- 2) репаративная регенерация – восстановление частей тела, утраченных в результате какого-либо внешнего воздействия (хвост ящерицы, конечность тритона).
- 3) компенсаторная гипертрофия – явление, близкое к регенерации. Это усиление функции органа и морфологические перестройки в одном из парных органов при повреждении или удалении второго из этих парных органов (увеличение размеров оставшейся почки млекопитающих после удаления другой).
- 4) регенераторная гипертрофия – явление, при котором орган регенерирует без восстановления исходной формы (например, печень позвоночных).

Регенерация составляет особую проблему роста и дифференцировки клеток органов и тканей. Многие низкоспециализированные животные способны к замещению утраченных частей тела, однако, с повышением сложности организации эта способность становится все менее выраженной и

в минимальной степени ею обладают такие высокоспециализированные клетки как нервные.

В отношении регенерации установлено, что она свойственна в большей или меньшей степени абсолютно всем организмам, однако чем слабее интегрированы организмы, тем меньше у них выражена способность к регенерации.

Регенерация, как и любое полезное свойство, подвергалась действию естественного отбора и приобретала своеобразный характер у разных животных. Самообновление клеток имеет место у всех животных. У животных, которым свойственно постоянное число клеток – простейшие, коловратки, нематоды – регенерация, видимо, идет на субмикроскопическом уровне.

Эпиморфоз – наиболее очевидный способ регенерации, он заключается в том, что от ампутационной поверхности отрастает новый орган. При эпиморфной регенерации возможны отклонения от нормы. Эти отклонения называют «атипичная регенерация». Различают гипоморфоз – регенерация с частичным замещением ампутированной структуры; так, у взрослых тритонов на месте ампутированной конечности может вырасти не полноценная конечность, а шипообразный вырост. При гетероморфозе на месте утраченной структуры вырастает иная структура: на месте антенн или глаза у членистоногих может вырасти конечность. Гиперморфоз, или избыточная регенерация отмечена при искусственном воздействии на организм. Так, у планарии после надреза культи при ампутации головного отдела возникает регенерация нескольких голов, у тритона или аксолотля можно добиться возникновения двух конечностей на месте ампутированной одной.

У всех животных процесс регенерации характеризуется накоплением клеток на месте повреждения, увеличением их объема. Это скопление называют бластемой, именно из нее возникают новые структуры (у растений такое скопление называют каллюс – рис. 30). В клетках бластемы видны

большие ядра и ядрышки, происходит интенсивный синтез ДНК и белков, меняется строение ЭПС и аппарата Гольджи. По мере дифференциации blastemных клеток происходит изменение субмикроскопической организации клеточных органоидов, и клетки приобретают структуру, характерную для данной ткани [23].



Рис. 30. Вегетативное размножение *rhoicissus rhomboidea* (фото автора)

В качестве источника клеток каллюса-бластемы называли т.н. интерстициальные (вставочные) клетки и дедифференцировку оставшихся клеток. В настоящее время больше всего доказательств в пользу дедифференцировки.

Дедифференцировка клеток в районе травм – важнейший процесс при регенерации всех животных.

Соматический эмбриогенез ближе к явлениям бесполого размножения.

Эмбриогенез легче вызвать у менее интегрированных организмов, именно у тех, которым и свойственно бесполое размножение – у растений, кишечнополостных, иглокожих и других просто организованных организмов.

По сравнению с животными растения – менее интегрированные организмы. Для них характерно бесполое размножение, и у них легче вызвать и изучить соматический эмбриогенез.

Соматическому эмбриогенезу обязательно предшествует разъединение, дезинтеграция нормально коррелированных структур организма. Это

обязательно для перевода соматических клеток на путь развития, свойственный целому организму. В ходе процессов регенерации, как и при соматическом эмбриогенезе происходит дедифференцировка клеток, но если для эмбриогенеза необходима дезинтеграция организма, то восстановление утраченных частей целого не может нормально протекать, если организм или остаток органа окажутся каким-либо образом дезинтегрированными, анархическими, хаотичными.

В идеале возможно развитие целых организмов из одной клетки. В настоящее время разработаны методы получения культур тканей растений и получения из этих культур полноценных организмов. Эти методы особенно ценны, когда требуется размножить редкий экземпляр, обладающий уникальными свойствами, или редкое, исчезающее растение. Собственно регенерация у растений редкое явление и сводится к защитным процессам – заживление раны, опробковевание и т.п.

Соматический эмбриогенез может возникать и у более сложных организмов на определенных стадиях онтогенеза и при определенном физиологическом состоянии. Сюда можно отнести развитие организма из изолированного бластомера или явление полиэмбрионии (экспериментальной) у амфибий и птиц. В естественных условиях полиэмбрионию можно считать одной из форм бесполого размножения на стадиях эмбрионального развития [11].

ГЛАВА 4. ИЗУЧЕНИЕ ТЕМЫ «КЛЕТОЧНАЯ ТЕОРИЯ» В ШКОЛЕ

4.1 Развитие понятия «Клетка» при изучении биологии в школе

С термином «клетка» учащиеся впервые встречаются в теме «Строение клетки» в курсе 5 класса «Бактерии. Грибы. Растения». За время изучения материала они получают общее представление о строении растительной клетки, о химическом составе и физиологических процессах клетки. Затем понятие «Клетка» обобщается и углубляется в теме «Ткани», в которой учащиеся знакомятся с клетками, различными и по строению, и по функциям [29].

Дальнейшее развитие понятия «Клетка» происходит в темах «Бактерии», «Грибы», «Лишайники», «Водоросли», «Мхи» и т.д., в которых ученики научаются различать клетки автотрофов и гетеротрофов, усваивают основные признаки растительной клетки, обобщают знания, полученный в теме «Ткани», продолжая знакомиться с клеточным строением различных групп растений. Для закрепления получаемых знаний многие учителя предлагают детям в качестве домашнего задания изготовить макет клетки из пластилина, полимерной глины, других имеющихся в распоряжении материалов. Лучшие работы в дальнейшем используются как наглядные пособия. Фантазии детей (скорее, их родителей) простираются столь далеко, что в классе появляются торты, украшенные «клеточными органоидами» (личное наблюдение).

Однако в 5-м классе это пока не более чем знакомство. Более глубоко клеточное строение растений учащиеся изучают в 6-м классе в темах «Клеточное строение листа» и «Внутреннее строение ветки дерева» и далее, в разделе «Жизнь растений», где основное внимание уделяется процессам жизнедеятельности растения на клеточном уровне:

- Минеральное питание растений
- Фотосинтез

- Дыхание растений
- Испарение воды растениями
- Передвижение воды и питательных веществ в растении

В темах, посвященных размножению растений, происходит знакомство и первичное различение клеток спорофитов и гаметофитов (с диплоидным и гаплоидным набором хромосом), с особенностями строения половых клеток.

В 7-м классе понятие «Клетка» конкретизируется в процессе изучения клеток простейших, а так же тканей различных многоклеточных животных. Углубляется понимание различий между растительной и животной клеткой, между тканями растений и животных.

В 8-м классе, в теме «Клеточное строение организма» учащиеся подробно рассматривают строение клетки, ее органоиды, а в процессе изучения различных систем органов основной упор делается на знания о различных тканях человеческого организма – эпителиальной, соединительной, мышечной, нервной и особенностях строения соответствующих клеток.

И, наконец, в 9-м классе теоретическому обобщению знаний о клетке посвящен целый раздел «Клеточный уровень», где подробно рассматривается строение клетки, органоиды, особенности строения клеток эукариот и прокариот, ассимиляция и диссимиляция, метаболизм и энергетический обмен в клетке, фотосинтез и хемосинтез, автотрофы и гетеротрофы, синтез белков в клетке, деление клетки: митоз и мейоз.

Для 10-11 классов содержание курса общей биологии представлено на более высоком уровне обучения, построенном на интегративной основе, опирающемся на обязательный минимум содержания среднего (полного) образования. Изученные темы «строение клеток», «физиология клеток» должны быть объединены в стройное учение – клеточную теорию [22].

4.2 Проблемы, возникающие при изучении темы

Проведенный библиографический анализ по теме нашего исследования показал, что источников литературы – научно-популярной, научной и методической – достаточно, чтобы проводить учебные занятия любого уровня сложности [4, 10, 22, 26,31].

Изучение темы «Клеточная теория» расширяет кругозор учащихся, воспитывает материалистическое мировоззрение, убежденность в возможности познания живой природы, уважение к мнению оппонента при обсуждении биологических проблем. При этом осуществляется развитие творческих способностей в процессе изучения выдающихся достижений биологии, вошедших в общечеловеческую культуру; сложных и противоречивых путей развития современных научных взглядов, идей, теорий, концепций, различных гипотез (о сущности и происхождении жизни, человека) в ходе работы с различными источниками информации.

При изучении темы ярко реализуются межпредметные связи – с физикой, химией, технологией. Материал раздела является интеграцией основ таких наук, как цитология, эволюционное учение, генетика, экология, биотехнология и др. Содержание объединено идеями эволюции, разноуровневой организацией биологических систем.

Логически непротиворечиво получить метапредметные результаты обучения:

1. Вырабатываются умения самостоятельно определять цели обучения, ставить и формулировать для себя новые задачи в учёбе и познавательной деятельности, развивать мотивы и интересы этой деятельности.

2. Происходит овладение составляющими исследовательской и проектной деятельности, умение видеть проблему, ставить вопросы, выдвигать гипотезы, искать пути доказательства или опровержения этой гипотезы.

3. При изучении темы закрепляется умение работать с разными источниками биологической информации: находить её в различных источниках (тексте учебника, научно-популярной литературе, биологических словарях и справочниках, в сети интернет), анализировать и оценивать информацию.

Возраст учащихся (старшие классы) и уровень личностного и биологического развития позволяет им выделять существенные признаки биологических объектов и процессов; проводить наблюдение и описание биологических объектов и процессов; выполнять биологические эксперименты и объяснять их результаты.

При этом идет развитие умения самостоятельно планировать пути достижения целей, в том числе альтернативные, осознанно выбирать наиболее эффективные способы решения учебных и познавательных задач; умение организовывать учебное сотрудничество и совместную деятельность с учителем и сверстниками; работать индивидуально и в группе: находить общее решение и разрешать конфликты на основе согласования позиций и учёта интересов; формирование и развитие компетентности в области использования информационно-коммуникационных технологий (ИКТ-компетенции).

На более высоком уровне реализуются технологии проблемного развивающего обучения, групповой деятельности. Это достигается с помощью приемов анализа и синтеза, перевода одного вида информации в другой, построения умозаключений, обобщения имеющихся данных [29].

Вместе с тем имеется ряд проблем, главная из которых – недостаточное количество времени, отведенное программой курса биологии для изучения этой важной темы. Предполагается, что основные понятия уже сформированы к 10 классу, однако представления части учеников о клетках не отличаются целостностью. Знания и умения, которыми должны овладеть учащиеся, проверяются в формате ЕГЭ. Согласно общим требованиям и кодификатору ЕГЭ, выпускник должен знать основные положения

клеточной теории, а также названия, особенности строения и функций органоидов клетки. Кроме того, экзамен проверяет предметные и метапредметные умения ученика: доказывать, что клетка — это открытая система. Сравнивать клетки разных царств. Устанавливать взаимосвязь между строением и функциями клеток и тканей разных типов. Описывать и сравнивать этапы клеточного цикла в митозе и мейозе. Применять полученные знания при решении цитологических и генетических задач [38].

Таким образом, перечень знаний, умений, навыков достаточно велик. Предполагается, что учащиеся, осознанно выбравшие ЕГЭ по биологии, такими знаниями, умениями и навыками обладают.

В перечне допущенных учебников можно отметить учебники: Биология 10-11 классы. В.И. Сивоглазов, И.Б. Агафонова, Е.Т. Захарова. — Дрофа, 2010 - 384с.; Биология. 10 класс. Общая биология. Базовый уровень / П. В. Ижевский, О. А. Корнилова, Т. Е. Лощина и др. — 2-е изд., переработанное. — Вентана-Граф, 2010. — 224 стр.; Беляев Д. К. Биология 10-11 класс. Общая биология. Базовый уровень. — 11-е изд., стереотип. — М.: Просвещение, 2012. — 304 с.; Общая биология. Учебник для 10-11 классов школ с углубленным изучением биологии. /Под ред. А.О. Рувинского. Просвещение, - 2004, 461с. и др. [1,3,6,7,30]

Практически каждый учебник имеет комплексное сопровождение: программу курса биологии, методические рекомендации по изучению представленных тем, поурочное планирование материала, рабочие тетради, комплекты проверочных заданий.

Мы проводим учебные занятия, используя методический комплекс к учебнику: Каменский А. А., Криксунов Е. А., Пасечник В. В. Общая биология 10-11 класс Дрофа, 2005 (и последующих годов издания) [15,24].

В рабочей программе прописаны цели и задачи изучения курса, приведены базовые требования к преподаванию учебного курса, к формированию ОУУН.

На изучение темы «1 Введение. Биология как наука. Методы научного познания» отводится 4 часа, темы «2 Клетка (Основы цитологии)» - 10-13 часов. Учебно-тематическим планом предусмотрено 3 лабораторные работы и 4 контрольные работы.

Таким образом, учитывая тщательную проработку учащимися материала во время учебных занятий, домашнюю самоподготовку и соответствующий контроль на уроках, можно ожидать хороший уровень усвоения данной темы.

Вместе с тем, учащимся, которые уже определились с выбором профессии в области биологии (медицины), этих знаний может оказаться недостаточно, поэтому мы решили предоставить им возможность получить новые знания, умения, навыки на внеурочных занятиях (на факультативе).

4.3 Разработка факультативного курса «Клеточная теория»

В доступной литературе имеются различные варианты разработок занятий по теме нашего исследования: лекции, уроки, в том числе методические разработки, в которых приведены цели и задачи обучения, перечень изучаемых вопросов. Создан банк контролирующих материалов.

Учитывая, что знакомиться с понятиями клеточной организации учащиеся начинают практически с первых уроков по биологии, к завершению биологического образования школьники имеют достаточную базу знаний.

Для углубленного изучения общей биологии разработаны факультативные курсы отдельных тем (цитология, генетика и др.) и дисциплины в целом. Однако мы не нашли разработок факультативного курса именно по теме «Клеточная теория», хотя отдельные вопросы включены в разработки других авторов. В этом новизна нашего исследования.

4.3.1 Цели и задачи факультативного курса

Примерный макет курса для обучающихся 10 - 11 классов составлен на основе:

- Федерального государственного образовательного стандарта ФГОС среднего общего образования;
- Учебного плана среднего общего образования МКОУ АГО «Уфимская СОШ» на 2018 – 2019 учебный год;
- Списка учебников образовательного учреждения, соответствующему Федеральному перечню учебников, утвержденных, рекомендованных (допущенных) к использованию в образовательном процессе в образовательных учреждениях на 2018 - 2019 уч. год, реализующих программы общего образования в соответствии с ФГОС.

Предлагаемый курс предназначен для учащихся 10-х классов и рассчитан на 8-9 недель при условии 2-х часовых (академических) занятий в неделю. Продолжительность занятий позволит проводить лабораторные и практические работы, уроки-семинары и т.п. Он поддерживает и углубляет базовые знания по биологии и направлен на формирование и развитие основных учебных компетенций в ходе решения биологических задач.

Используемые технологии: элементы технологии опережающего обучения; технология здоровьесберегающего обучения и воспитания: создание психологического комфорта, санитарно-гигиенических условий, двигательной активности и других критериев, которые влияют на успешность в обучении. Индивидуализация обучения достигается за счет использования в процессе обучения педагогической технологии личностно-ориентированного образования «ИСУД» (индивидуальный стиль учебной деятельности), которая позволяет создать обучающую и развивающую среду, которая способствует наиболее полному раскрытию задатков старшеклассников, обеспечивает им условия для формирования интереса к учению, максимальной творческой самостоятельности, активности.

Цель предлагаемой разработки – формирование общенаучной (и, как ее составляющей, биологической) картины мира посредством расширения кругозора учащихся, закрепления, совершенствования и углубления биологических знаний, практических умений и навыков. Как следствие – подготовка учащихся к сдаче ЕГЭ по биологии.

Задачи изучения курса следующие:

- освоение знаний об основных биологических теориях, идеях и принципах, являющихся составной частью современной естественнонаучной картины мира; о методах биологических наук, в частности, цитологии; о строении, многообразии и особенностях биосистем (клетка, организм); выдающихся биологических открытиях и современных исследованиях;
- овладение умениями характеризовать современные научные открытия в области биологии;
- самостоятельно проводить биологические исследования (наблюдение, измерение, эксперимент, моделирование) и грамотно оформлять полученные результаты; анализировать и использовать биологическую информацию; пользоваться биологической терминологией и символикой;
- развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей в процессе изучения проблем современной биологической науки; проведения экспериментальных исследований, решения биологических задач, моделирования биологических объектов и процессов;
- воспитание убежденности в возможности познания закономерностей живой природы, необходимости бережного отношения к ней, соблюдения этических норм при проведении биологических исследований;

- использование приобретенных знаний и умений в повседневной жизни для оценки последствий своей деятельности по отношению к окружающей среде, собственному здоровью.

4.3.2 Особенности программы курса и его место в образовательном процессе

Разработка макета программы курса связана с разработкой системы специализированной подготовки (профильного обучения) в старших классах. Основной акцент курса ставится на приоритете освоения учащимися способов действий, т.е. развитию предметных и межпредметных компетенций, что находит отражение в контрольно-измерительных материалах ЕГЭ. Особенности программы курса является тесная связь его содержания с уроками по смежным дисциплинам старшей школы и соответствие требованиям Государственного стандарта [26].

Межпредметные связи.

Неорганическая химия. Химические элементы периодической системы Д.И.Менделеева. Ионы (катионы и анионы). Вода и другие неорганические вещества, строение молекул и свойства. Диссоциация электролитов.

Органическая химия. Основные группы органических соединений. Буферные растворы.

Физика. Оптика. Диффузия и осмос. Осмотическое давление.

Ботаника. Особенности строения клеток растений. Отличия растений от животных. Особенности строения и размножения растений. Вегетативное размножение. Органы растений, их строение и функции. Строение цветка – органа семенного размножения. Опыление.

Зоология. Особенности строения клеток животных. Отличия животных от растений и грибов. Особенности размножения животных различных систематических групп. Способы оплодотворения у животных.

4.4 Проект программы факультативного курса «Клеточная теория»

« "Факультативы - особая организационная форма учебно-воспитательной работы, отличающаяся и от урока, и от внеклассной работы. Имеют много общего с уроками и дополнительными занятиями. Как и уроки, факультативные занятия проводятся по утверждённым программам и планам. Обязательно ведётся журнал занятий, а сами занятия идут по расписанию. Вместе с тем факультатив, как и предметный кружок, объединяет группу учащихся на основе общих интересов, добровольности выбора этой формы обучения. На факультативных занятиях применяются некоторые формы и методы, характерные для внеклассных занятий". С помощью факультативных занятий школа решает задачи удовлетворённости запросов в более глубоком изучении отдельных предметов, интересующих учащихся, развития учебно - познавательных интересов, творческих способностей учащихся." (Таблица 1)

Оборудование

1. Интерактивная доска Прометей
2. Компьютер с программами
3. Интернет ресурсы (приложение А)
4. Дидактические ресурсы кабинета биологии и школьной библиотеки
5. Атласы «Микроскопическое строение клеток и тканей»
6. Микроскопы и стандартные препараты тканей.
7. Лабораторное оборудование.

Таблица 1

Примерный проект программы факультативного курса

Изучаемая тема	Деятельность учащихся	Количество часов (ч)
1	2	3
Введение	Формулируют темы, интересные для изучения	1
Понятийный аппарат	Ищут в сети интернет и конспектируют значение терминов: гипотеза, теория, закон, метод, методика.	1
Строение клеток разных царств.	Сравнивают химический состав клеток; функции клеточных структур, их взаимосвязь; обмен веществ; наследственный аппарат клетки; жизненный цикл клетки. Создают макеты клеток бактерий, растений и животных (пластилин, полимерная глина, рисунки и т.п.). Отмечают черты сходства и различия.	2

1	2	3
Физиология клеток	Работают с интерактивным диском «Открытая биология»: питание инфузории (приложение Б)	1
Многообразие клеток	Обсуждают связь строения клеток различных тканей и выполняемые ими функции.	1
История открытия клетки и создания клеточной теории.	Подготовка сообщений: Имена создателей и их роль в становлении теории. Обсуждение причин появления клеточной теории	2

Методы изучения клеток	Изучают устройство светового микроскопа, назначение его деталей. Зарисовывают в альбомы внешний вид микроскопа и схему прохождения световых лучей.	1
	Ищут в сети интернет соответствующие видео-фильмы, обсуждают свой выбор, просматривают и комментируют их (paramitacenter.ru › Видео-материалы по биологии и др)	2
Лабораторная работа.	Изучают строение клеток крови животных разных классов, зарисовывают в альбомы. Обсуждают необходимость и роль учебных рисунков в изучении анатомии клетки. Проблемы интерпретации полученных результатов.	2

1	2	3
Органоиды клеток	Ищут в сети интернет соответствующие видео-фильмы, обсуждают свой выбор, просматривают и комментируют их (paramitacenter.ru › Видео-материалы по биологии и др). Обсуждают связь строения органоидов и выполняемые ими функции	2
Подведение итогов	Просмотр и обсуждение видео-урока. https://interneturok.ru/lesson/biology/10-klass/bosnovy-citologii-b/metody-tsitologii-kletochnaya-teoriya	1
Контроль знаний	Проходят онлайн-тестирование с помощью интерактивного диска «Открытая биология»	1

Резервное время	1
Итого	18

4.4.1 Планируемые результаты освоения факультативного курса.

В результате освоения курса обучающийся научится:

- раскрывать на примерах роль биологии в формировании современной научной картины мира и в практической деятельности людей;
- понимать и описывать взаимосвязь между естественными науками: биологией, физикой, химией;
- понимать смысл, различать и описывать системную связь между основополагающими биологическими понятиями: клетка, организм;
- использовать основные методы научного познания в учебных биологических исследованиях, проводить эксперименты по изучению биологических объектов и явлений, объяснять результаты экспериментов, анализировать их, формулировать выводы;
- формулировать гипотезы на основании предложенной биологической информации и предлагать варианты проверки гипотез;
- сравнивать биологические объекты между собой по заданным критериям, делать выводы и умозаключения на основе сравнения;
- обосновывать единство живой и неживой природы, родство живых организмов на основе биологических теорий;
- распознавать клетки (прокариот и эукариот, растений и животных) по описанию, на схематических изображениях; устанавливать связь строения и функций компонентов клетки, обосновывать многообразие клеток;
- классифицировать биологические объекты на основании одного или нескольких существенных признаков (типы питания, способы дыхания и размножения, особенности развития);

- оценивать достоверность биологической информации, полученной из разных источников, выделять необходимую информацию для использования ее в учебной деятельности и решении практических задач;
- представлять биологическую информацию в виде таблицы, графика, диаграммы и делать выводы на основании представленных данных.

4.4.2 Полученные результаты

При проведении факультативных занятий с учащимися 10-х классов мы отмечали растущий интерес школьников. Практически на каждое последующее занятие приходило на 1-2 человека больше, чем записалось первоначально. В конце 2018-2019 учебного года успеваемость по итогам заключительного тестирования среди членов факультатива повысилась с 4,4 баллов до 4,7 баллов. Учащиеся получили навыки публичных выступлений, подготовили материалы двух статей для выступления на школьной конференции 2019-2020 учебного года.

4.5 Методические рекомендации к изучению факультативного курса

Следует обратить внимание ученика на интегрирующую роль клеточной теории, повторяя и закрепляя таким образом знания о направлениях развития биологической науки [39].

Используются основные группы методов (словесные, наглядные, практические), частично-поисковый, проблемного изложения, объяснительно-иллюстративный, т.е. те же, что и при обучении предшествующим разделам курса школьной биологии

Каждый метод осуществляется на практике методическими приемами. Из логических приемов используются постановка проблемного вопроса, подлежащего рассмотрению, установление черт сходства и отличия, выводы, обобщения. Из числа организационных приемов применяются демонстрация

со стола учителя, работа группами и т.д. Технические приемы – это способы демонстрации натуральных объектов, постановка опытов, различные способы монтировки схем и таблиц на доске и т.п.

Желательно проведение опытов, наблюдений, лекций, бесед и т.д. Меняется соотношение методов. Если в 6–8 классах на уроках биологии чаще используются наглядные и практические методы, то в 9–11 классах основное значение имеют словесные. Значительно усложняется самостоятельная работа учащихся. Могут преобладать выступления с докладами или обобщениями, подготовленными заранее с последующим обсуждением на занятии.

Примерные темы лабораторных и практических занятий:

Строение клеток бактерий, растений и животных

Сравнительная характеристика клеток одного вида тканей (кровь) у животных разных видов.

Митоз в клетках корневого чехлика лука

Наблюдение образования каллюса на растениях (сенполии, роициссус и др.)

При проведении занятий следует большое внимание уделять работе учащихся с литературой. Школьники должны уметь работать не только с учебником, но и справочниками, словарями, научно-популярной и научной литературой, интернетом. В связи с содержанием раздела и возрастными особенностями старших школьников появляется возможность проведения кино- и телеуроков, уроков-лекций, уроков-семинаров, уроков-конференций и т.п. [31].

Особое внимание необходимо обращать на правила безопасной работы с компьютерами в соответствии с требованиями СанПиН 2.4.1.2660-10.

4.5.1 Контроль знаний учащихся

Формой отчётности по изучению данного курса может быть:

Составление кроссвордов, создание презентаций по темам элективного курса;

Зачёт по решению задач базового и повышенного уровня;

Контрольная работа по решению задач по материалам Единого Государственного экзамена по биологии 2017-18 года (задания Части А, Части В и Части С) [9, 14, 38].

Проверку межпредметных знаний можно провести, например, в виде заполнения таблицы 2.

Таблица 2

Сравнительная характеристика строения клеток растений, животных, грибов и бактерий

Признак	Бактерии	Животные	Грибы	Растения
1	2	3	4	5
Способ питания	<i>Гетеротрофный или автотрофный</i>	<i>Гетеротрофный</i>	<i>Гетеротрофный</i>	<i>Автотрофный</i>
Организация наследственной информации	<i>Прокариоты</i>	<i>Эукариоты</i>	<i>Эукариоты</i>	<i>Эукариоты</i>
Локализация ДНК	<i>Нуклеоид, плазмиды</i>	<i>Ядро, митохондрии</i>	<i>Ядро, митохондрии</i>	<i>Ядро, митохондрии, пластиды</i>
Плазматическая мембрана	<i>Есть</i>	<i>Есть</i>	<i>Есть</i>	<i>Есть</i>
Клеточная стенка	<i>Муреиновая</i>	—	<i>Хитиновая</i>	<i>Целлюлозная</i>
Цитоплазма	<i>Есть</i>	<i>Есть</i>	<i>Есть</i>	<i>Есть</i>

Органоиды	<i>Рибосомы</i>	<i>Мембранные и немембранные, в том числе клеточный центр</i>	<i>Мембранные и немембранные</i>	<i>Мембранные и немембранные, в том числе пластиды</i>
Органоиды движения	<i>Жгутики и ворсинки</i>	<i>Жгутики и реснички</i>	<i>Жгутики и реснички</i>	<i>Жгутики и реснички</i>

Вакуоли	<i>Редко</i>	<i>Сократительные, пищеварительные</i>	<i>Иногда</i>	<i>Центральная вакуоль с клеточным соком</i>
Включения	<i>Гликоген, волютин</i>	<i>Гликоген</i>	<i>Гликоген</i>	<i>Крахмал</i>

4.5.2 Примеры проверочных работ:

4.5.2.1 Выберите один правильный ответ

1. В состав клеток всех живых организмов входят одни и те же органические вещества, что служит доказательством:

- 1) единства живой и неживой природы;
- 2) единства органического мира;
- 3) эволюции органического мира;
- 4) приспособленности организмов.

2. Обмен веществ и превращение энергии в клетках живых организмов свидетельствуют о том, что клетка – единица:

- 1) строения организма;
- 2) жизнедеятельности организма;

- 3) размножения организма;
- 4) генетической информации.

3. Сходство клеток живых организмов разных царств доказывает теория:

- 1) эволюционная;
- 2) хромосомная;
- 3) клеточная;
- 4) генетическая.

4. Изучить структуру органоидов клетки позволил метод:

- 1) светового микроскопирования;
- 2) электронного микроскопирования;
- 3) центрифугирования;
- 4) культуры тканей.

5. Положение о структурно-функциональной единице живого обосновала теория:

- 1) филогенеза;
- 2) эмбриогенеза;
- 3) эволюции;
- 4) клеточная.

6. Процессы жизнедеятельности у всех живых организмов протекают в клетке, поэтому ее рассматривают как единицу:

- 1) размножения;
- 2) строения;
- 3) функциональную;
- 4) генетическую.

7. О единстве органического мира свидетельствует:

- 1) наличие ядра в клетках живых организмов;
- 2) клеточное строение организмов всех царств;
- 3) объединение организмов в систематические группы;
- 4) разнообразие организмов, населяющих Землю.

8. Укажите ученого, который опроверг положение первой клеточной теории о том, что клетка происходит из неклеточного вещества:

- 1) К. Бэр;
- 2) Т. Шванн;
- 3) Р. Вирхов;
- 4) К. Гольджи.

9. Назовите ученого, который впервые увидел клетки:

- 1) А. Левенгук;
- 2) Р. Гук;
- 3) Р. Вирхов;
- 4) К. Бэр.

10. Сходство в строении растительных и животных клеток обнаружили:

- 1) Р. Гук и А. Левенгук;
- 2) Р. Броун и А. Левенгук;
- 3) Т. Шлейден и М. Шванн;
- 4) Р. Вирхов и К. Гольджи.

11. Значение клеточной теории в науке заключается в том, что она:

- 1) обобщила все имеющиеся к 19 в. знания о строении организмов;
- 2) выявила элементарную структурную и функциональную единицу жизни;
- 3) создала базу для развития цитологии;
- 4) все ответы верны.

4.5.2.2 Примеры заданий (уровень ЕГЭ)

(http://botanik-olg.blogspot.com/2013/11/blog-post_12.html)

Часть А

А1. Какое из перечисленных положений согласуется с клеточной теорией

- 1) клетка является элементарной единицей наследственности
- 2) клетка является единицей размножения
- 3) клетки всех организмов различны по своему строению

4) клетки всех организмов обладают разным химическим составом

A2. К доклеточным формам жизни относятся:

- 1) дрожжи
- 2) пеницилл
- 3) бактерии
- 4) вирусы

A3. Растительная клетка от клетки гриба отличается строением:

- 1) ядра
- 2) митохондрий
- 3) клеточной стенки
- 4) рибосом

A4. Из одной клетки состоят:

- 1) вирус гриппа и амеба
- 2) гриб мукор и кукушкин лен
- 3) планария и вольвокс
- 4) эвглена зеленая и инфузория-туфелька

A5. В клетках прокариот есть:

- 1) ядро
- 2) митохондрии
- 3) аппарат Гольджи
- 4) рибосомы

A6. На видовую принадлежность клетки указывает:

- 1) форма ядра
- 2) количество хромосом
- 3) строение мембраны
- 4) первичная структура белка

A7. Роль клеточной теории в науке заключается в

- 1) открытии клеточного ядра
- 2) открытии клетки
- 3) обобщении знаний о строении организмов

4) открытии механизмов обмена веществ

Часть В

В1. Выберите признаки, характерные только для растительных клеток

- 1) есть митохондрии и рибосомы
- 2) клеточная стенка из целлюлозы
- 3) есть хлоропласты
- 4) запасное вещество – гликоген
- 5) запасное вещество – крахмал
- 6) ядро окружено двойной мембраной

В2. Выберите признаки, отличающие царство Бактерии от остальных царств органического мира.

- 1) гетеротрофный способ питания
- 2) автотрофный способ питания
- 3) наличие нуклеоида
- 4) отсутствие митохондрий
- 5) отсутствие ядра
- 6) наличие рибосом

В3. Найдите соответствие между особенностями строения клетки и царствам, к которому эти клетки относятся:

Особенности строения

- А) Клеточные стенки содержат целлюлозу
- Б) Клеточных стенок нет
- В) В цитоплазме есть пластиды
- Г) Способ питания гетеротрофный
- Д) В молодых клетках есть большие вакуоли с клеточным соком
- Е) Запасное вещество клетки – гликоген

Царства

- 1) Растения
- 2) Животные

Часть С

С1. Приведите примеры эукариотических клеток, в которых нет ядра.

С2. Докажите, что клеточная теория обобщила ряд биологических открытий и предсказала новые открытия.

Ответы Часть А. А1 – 2. А2 – 4. А3 – 3. А4 – 4. А5 – 4. А6 – 2. А7 – 3.

Часть В. В1 – 2, 3, 5. В2 – 3, 4, 5. В3. А – 1; Б – 2; В – 1; Г – 2; Д – 1; Е – 2.

Часть С. С1 Элементы ответа: зрелые эритроциты человека, ситовидные трубки растений.

С2 Клеточная теория обобщила ряд философских и микроскопических исследований, указывающих на существование элементарной единицы жизни. (Открытие клетки Гуком, открытие одноклеточных животных Левенгуком, открытие клеточного ядра Броуном и т.д.)

Последующие открытия в области цитологии, эмбриологии, генетики подтвердили правоту клеточной теории. Были открыты более тонкие структуры, выявлена их роль в жизни организма.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

«Если я видел дальше других, то потому, что стоял на плечах гигантов», писал И. Ньютон. Это высказывание очень соответствует теме нашего исследования. История создания клеточной теории показывает, что как для большинства великих открытий (теорий) у истоков стояли многие авторы, талантливые исследователи, тонкие наблюдатели, но в современные учебники вошла формулировка, предложенная М. Шлейденом, Т. Шванном и Р. Вирховым. Это не означает, что формулировки других авторов в корне не верны. Как любая истинная теория она со временем дополнялась и уточнялась.

Создание клеточной теории явилось крупнейшим событием в биологии, одним из решающих доказательств единства всей живой природы и дало мощный толчок для понимания процессов развития живой природы на клеточном уровне.

Клеточная теория считается и поныне одним из важнейших открытий естествознания, равным по значению открытию закона сохранения энергии и дарвиновской теории естественного отбора. Открытие клетки и создание клеточной теории способствовали объяснению основных закономерностей живой природы.

В связи с этим клеточная теория сыграла огромную роль в развитии биологии как науки, а также послужила фундаментом для развития таких дисциплин как эмбриология, гистология, анатомия и физиология. Клеточная теория стала важной вехой в развитии не только биологии, но и медицины.

Клеточная теория лежит в основе понимания биологических процессов в биосистемах. Клетка основа индивидуального развития многоклеточных структур, ее жизненный цикл лежит в основе эволюционных процессов. С ее наследственным материалом связана передача наследственной информации. Клеточный уровень жизни является исходным для формирования более высоких уровней жизни. Эта теория предсказывает

различные направления ее развития: таксономическое (про и эукариоты), морфологическое (ткани, органы), физиологическое (процессы), генетическое (ген, геном, кариотип и т.д.), эволюционное (от одноклеточности к многоклеточности).

Несмотря на очевидную важность клеточной теории, в программе курса биологии 10 класса отведено недостаточное количество учебного времени. Однако следует учесть, что о недостатке часов сожалеет преподаватель любой дисциплины. Мы видим выход в создании факультативного курса по предмету Общая биология, а именно, «Клеточная теория». Оснащение кабинета биологии позволяет проводить занятия разного уровня сложности, развивать у учащихся умения работать индивидуально и в команде, формулировать проблему и искать способы и методы ее решения.

Проблема, с которой мы столкнулись – сложность организации экскурсий в медицинские лаборатории города, однако в дальнейшей работе в этом направлении с помощью администрации нашей школы мы постараемся ее решить.

ВЫВОДЫ: 1. Значение изучения клеточной теории:

- В медицине – для разгадки причин заболеваний.
 - Для классификации живых организмов.
 - В генетике.
 - Для раскрытия тайн эволюции.
2. Изучение темы «Клеточная теория» помогает устанавливать и развивать межпредметные связи в курсе биологии.
 3. При изучении курса вырабатывается умение работать с литературой, критически осмысливать получаемую информацию.
 4. Учащиеся получают опыт подготовки научных сообщений, презентаций и публичных выступлений.
 5. Учащиеся получают глубокие и прочные знания.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агафонова, И. Б. Биология 10-11 класс. Общая биология. Базовый уровень/ И.Б.Агафонова, Е.Т.Захарова, В.И.Сивоглазов. – 6-е изд., доп. – Дрофа, 2010. – 384 с.
2. Атлас вирусной цитопатологии. /А. Ф. Быковский [и др.]; под ред. М. В. Жданова. – М. : «Медицина», 1975. — 260 с.
3. Банин, В. Цитология. Функциональная ультраструктура клетки. Атлас. Учебное пособие/ В.Банин. ГЭОТАР-Медиа, 2016.
4. Бауэр, Э.С. Теоретическая биология / Э.С. Бауэр; Сост. и прим. Ю.П. Голикова; Вступ. ст. М.Э. Бауэр. - СПб.: Росток, 2017. - 352 с.
5. Беркинблит, М.Б. Методическое пособие к учебнику «Общая биология»./ М.Б.Беркинблит, С.М.Глаголев, М.В.Фридман и др. - М.: МИРОС, 2000. –93с.
6. Биология. Биологические системы и процессы. Профильный уровень. 10-11класс: учебник для общеобразовательных учреждений/ А.В. Теремов, Р.А. Петросова. -М.: Мнемозина, 2012.
7. Биология. 10 класс. Общая биология. Базовый уровень / П. В. Ижевский, О. А. Корнилова, Т. Е. Лощилина и др. – 2-е изд., переработанное. – Вентана-Граф, 2010. – 224 стр.
8. Биология 11 класс. Общая биология. Профильный уровень / В. Б. Захаров, С. Г. Мамонтов, Н. И. Сонин и др. – 5-е изд., стереотип. – Дрофа, 2010. – 388 с.
9. Болгова, И.В. Сборник задач по общей биологии./И.В.Болгова – М.; «Оникс 21 век», - 2005.
10. Воронина, Г.А.. Модели профильного обучения биологии/ Г.А.Воронина. – М.: Вентана-Граф, 2010. – 72 с.
11. Грин, Н. Биология. В 3 томах (комплект)./ Н.Грин, У.Стаут, Д.Тейлор – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 1340 с.

12. Джеральд М.Фаллер, Деннис Шилдс. Молекулярная биология клетки. – М.: Бином, 2011. – 256 с.
13. Жегунов, Г.Ф. Биология клетки. Физико-химические, структурно-функциональные и информационные основы./ Г.Ф Жегунов, Д.В.Леонтьев, Е.Г.Погожих. – М.: Ленанд, 2018. – 544 с.
14. Калинова, Г.С. Единый государственный экзамен 2015. Биология. Типовые экзаменационные материалы / ФИПИ, Г.С.Калинова, Е.А.Никишова, Р.А.Петросова. – М. Национальное образование, 2015.
15. Каменский, А. А. Общая биология 10-11 класс. А.А.Каменский, Е.А.Криксунов, В.В.Пасечник Дрофа, 2005.
16. Комиссарчик, Я. Ю.Электронная микроскопия клеток и тканей: замораживание-скалывание-травление./ Я.Ю.Комиссарчик, А.А.Миронов. - Л.: Наука, 1990. - 143 с.
17. Константинов, В.М. Общая биология: Учебник / В.М. Константинов. - М.: Academia, 2016. - 48 с.
18. Малахова М.С., Макаров В.В. Вирусы, встречающиеся в клеточных культурах животного происхождения. М.: Медицина / Вопросы вирусологии, №6, 1986
19. Мамонтов, С.Г. Общая биология / С.Г. Мамонтов, В.Б. Захаров. - М.: Высшая школа, 2010. - 317 с.
20. Медников, Б.М. Биология: формы и уровни жизни./ Б.М.Медников – М.: Просвещение, 2006
21. Молекулярно-генетические и биохимические методы в современной биологии растений./ Под ред.:Кузнецов Вл.В., Кузнецов В.В., Романов Г.А. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2012. – 488 с.
22. Никишов, А. И. Методика обучения биологии в школе. Электронная книга. ООО «Гуманитарный издательский центр ВЛАДОС», 2014
23. Общая биология: Учебник / Под ред. Константинова В.М.. - М.: Academia, 2018. - 704 с.

24. Пасечник, В.В. Биология. Методика индивидуально-групповой деятельности./ В.В.Пасечник. Учебное пособие. – М.: Просвещение, 2016. – 112 с.
25. Петунин О.В. Элективные курсы. Их место и роль в биологическом образовании.// «Биология в школе». – 2004. - №7.
26. Пименов, А.В. Уроки биологии в 10 – 11 классах, развёрнутое планирование (в 2 частях)./ А.В.Пименов. – Ярославль, - Академия развития, 2006
27. Пономарева, И. П. Методика обучения биологии / И. Н. Пономарева, О. Г. Роговая, В. П. Соломин.-М: Академия, 2012 .- 368 с.
28. Просеков, А.Ю. Общая биология и микробиология: Учебное пособие / А.Ю. Просеков. - СПб.: Просп. Науки, 2012. - 320 с.
29. Резник, Н. Научность, доступность и наглядность учебного контента. /Н.Резник – М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2012. – 592 с.
30. Рувинский, А.О. Общая биология: Учебник для 10-11 классов школ с углубленным изучением биологии./ А.О.Рувинский, Л.В.Высоцкая, С.М.Глаголев. – М.: Просвещение, 1993. –544с.
31. Теремов, А.В. Теория и методика обучения биологии. Учебные и педагогические практики./А.В.Теремов, Н.В.Перелович, Р.А. Петросова, Л.А. Косорукова.– М.: Московский педагогический государственный университет, 2012. – 164 с.
32. Хэм А, Кормак Д. Гистология. М.: Мир, Том 1-5, 1982-1983.
33. Цитология: учеб. для студентов высш. проф. образования, обучающихся по направлению подгот. "Педагогическое образование" профиль "Биология" / В. А. Верещагина. - Москва : Изд. центр "Академия", 2012. - 176 с.
34. Ченцов, Ю.С. Введение в клеточную биологию: учеб. для студентов ун-тов, обучающихся по направлению 510600 "Биология" и биол. специальностям / Ю. С. Ченцов. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : ИКЦ "Академкнига", 2004. – 493 с.

35. Электронная микроскопия в цитологических исследованиях: методическое пособие / Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 2013.

36. Энгельс Ф. Диалектика природы. М., изд-во Политической литературы, 1975.

Интернет-ресурсы

37. Юдакова О. И. Введение в клеточную биологию [Электронный ресурс]. – Саратов: [б. и.], 2014. – 88 с. – <http://library.sgu.ru>, ID= 1099.

38. Юдакова О.И. Контрольно-измерительные материалы по дисциплине «Клеточная биология»: [Электронный ресурс]. – Саратов: [б.и.], 2014. – 51 с.– <http://library.sgu.ru>, ID= 1101

39. Источник: <https://rosuchebnik.ru/material/kletochnaya-teoriya-v-ege-po-biologii-2019/>

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(рекомендуемое)

Методическое обеспечение факультативного курса

Видео-урок. <https://interneturok.ru/lesson/biology/10-klass/bosnovy-citologii-b/metody-tsitologii-kletochnaya-teoriya> (длительность - 8:05)

Онлайн-тесты: <https://distant-lessons.ru/stroenie-i-funkcii-kletki.html>

Учебные материалы и словари на сайте «Кирилл и Мефодий»
<http://www.km.ru/education>

2. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/catalog/search>

3. Единое окно доступа к образовательным ресурсам Интернет по биологии <http://window.edu.ru/window/>

4. Тест для абитуриентов по всему школьному курсу биологии.
<http://www.5ballov.ru/test>

5. Каталог ссылок на образовательные ресурсы Интернета по разделу "Биология". <http://chashniki1.narod.ru/uchutil45.htm>

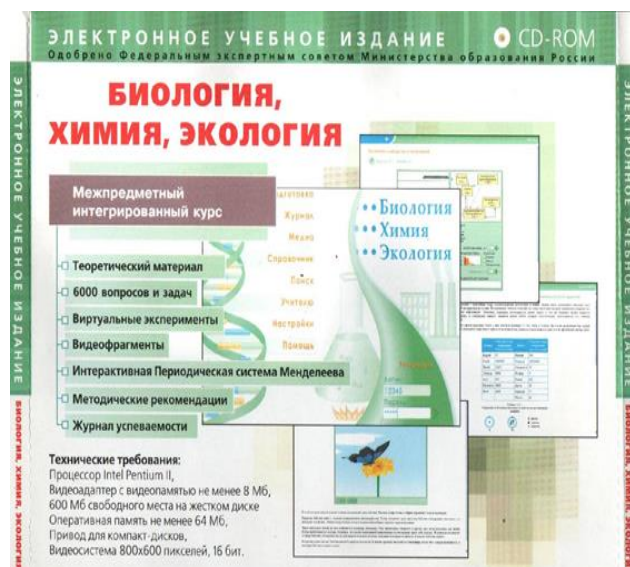
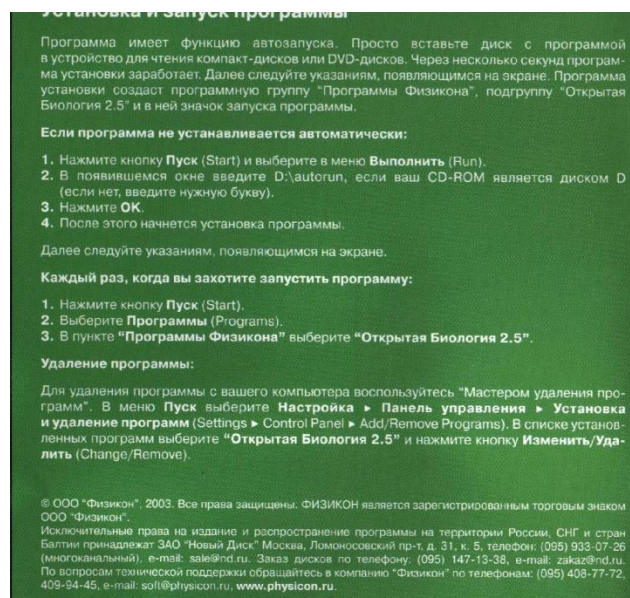
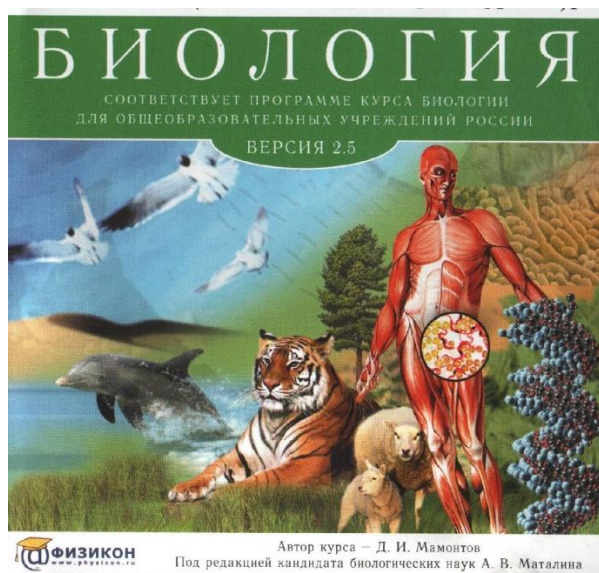
6. Тесты по биологии. <http://ic.krasu.ru/pages/test/005.html>

7. Тестирование On-line по биологии для учащихся 5- 11 классов.
<http://www.kokch.kts.ru/cdo/>

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(рекомендуемое)

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы Основные справочные и поисковые системы: LibNet, MedLine, PubMed, Google, Yandex, Rambler и др.



Интерактивные диски «Открытая биология», «Биология, химия, экология»